# ULTRASCHALLDIAGNOSTIK DES HODENS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

Wolfgang Stierlein

1983

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546814_0020

Aus der Radiologischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. J. Lissner

# ULTRASCHALLDIAGNOSTIK DES HODENS

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin an der
Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wolfgang Stierlen

aus

München

Jahr

1983

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. J. Lissner

Mitberichterstatter: /

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der münclichen Prüfung: 24.11.1983

# Abstract

STIERLEN, Wolfgang

## ULTRASCHALLDIAGNOSTIK DES HODENS

In der Radiologischen Klinik der LMU München wurden von 1978-1981 die Hoden von 206 Patienten sonographiert. Dabei wurden die Ultraschallgeräte Picker Echoview 80 L und 80 DC (Compound Scanner) mit einem 5 MHz Schallkopf verwendet.

Die Ultraschalldiagnostik zeigte sich dabei als wertvolles diagnostisches Hilfsmittel bei den meisten Hodenaffektionen, besonders bei suspekten Hodenbefunden.

Eine Zuordnung der Veränderungen zu den anatomischen Strukturen des Hodens konnte in allen Fällen getroffen werden. Bei 85% der untersuchten Patienten konnte sonographisch eine richtige Artdiagnose gestellt werden. Bei den extratesticulären Veränderungen des Scrotalinhaltes konnte in 97% eine zutreffende Artdiagnose gestellt werden. Hodentumore konnten, bis auf einen Fall, alle sonographisch erkannt werden.

Eine sichere Unterscheidung zwischen benignen und malignen Veränderungen konnte nicht in allen Fällen mit letzter Sicherheit getroffen werden. Ebenso war eine Unterscheidung der einzelnen Tumorarten nicht mit Sicherheit möglich.

Im Bereich des Nebenhodens war in einigen Fällen die Unterscheidung zwischen entzündlichen und malignen Veränderungen vom sonographischen Bild her nicht möglich. Für die Hodentorsion konnte kein spezifisches Ultraschallmuster gefunden werden; sie konnten somit auch nicht diagnostiziert werden.

Herrn Professor Lissner danke ich für die Überlassung des Themas.

Herrn PD Dr. Gebauer Und Herrn Dr. Igl danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Zusammenstellung der Arbeit.

# ULTRASCHALLDIAGNOSTIK DES HODENS

(Mit besonderer Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse an der Radiologischen Universitätsklinik der LMU München 1976-1981).

# I N H A L T


1. Geschichtliche Einführung

2. Anatomie des Hodens

3. Krankheiten und Veränderungen des Hodens und Nebenhodens

4. Untersuchungsmethoden des Hodens

5. Schäden durch Ultraschall

6. Untersuchungstechnik

7. Ultraschalldarstellung des veränderten und normalen Scrotalinhaltes

8. Ergebnisse

9. Ergebnisse bei sonographischem Verdacht auf Hoden-Tumor bzw. Ausschluß Hoden-Tumor

10. Diskussion

11. Zusammenfassung

Ultraschalldiagnostik des Hodens

## 1. Geschichtliche Einführung

1.1. Angeregt durch die Anwendung des Ultraschalls zur Werkstoffanalyse in der Technik, führten die Gebrüder Dussik bereits im Jahr 1937 erste Untersuchungen mit dem Ziel durch, hochfrequente, mechanische Schwingungen als diagnostische Verfahren auch in der Medizin einzusetzen.

Die ersten brauchbaren Geräte tauchten aber erst nach dem Zweiten Weltkrieg auf, die aus den Sonor- und Radaranlagen der US-Marine entwickelt wurden.

Im Jahr 1951 wurde von Hawry die Methode des Compoundscans entwickelt. 1958 wurde der erste Kontaktscanner von Brown and Donald entwickelt, der die Ultraschalluntersuchungstechnik in allen Indikationsgebieten revolutionierte.

Daraufhin fand die Ultraschalldiagnostik in den 60er Jahren in der Geburtshilfe, in den 70er Jahren auch in der Inneren Medizin, zunehmende Verbreitung. Heute ist die Ultraschalldiagnostik z.B. aus der Diagnostik des Oberbauches, nicht mehr wegzudenken.

1.2. Die ersten Untersuchungen zur Anwendung des Ultraschalls zu diagnostischen Zwecken am menschlichen Hoden führten dann im Jahre 1974 Miskin, et. al. (39), am Mount Sinai Hospital in Toronto durch. Diese Untersuchungen sollten den Wert der B-Mode-Ultraschalldiagnostik zur Diagnose von Hodenerkrankungen feststellen, und zeigen, ob es mit dieser Methode möglich ist, nützliche Informationen über die intratestikulären Strukturen zu erhalten. Bis dahin konnten solche Informationen nur durch eine Biopsie gewonnen werden.

Die damals von Miskin entwickelte Untersuchungstechnik, die der besonderen Anatomie des Hodens gerecht werden mußte, wird auch heute noch angewendet, obwohl inzwischen einige modifizierte Untersuchungsmethoden (Liste) eingeführt wurden.

Er benutzte damals schon einen 5 MHz Schallkopf. Dabei wurde der Hoden mit Olivenöl überzogen, mit der linken Hand fixiert und der Schallkopf vom kranialen zum kaudalen Hodenpol geführt.

Zur Erreichung der Längsschnittbilder wurde der Hoden zuerst in seiner anatomischen Position gehalten, dann in einer Innen- und Außenrotation. Diagonalscans wurden wegen schlechter Reproduzierbarkeit nicht durchgeführt. Die auf dem Oszilloskop erscheinenden Bilder wurden auf einem Polaroidfilm festgehalten. Miskin führte damals schon eine Sonographie an zwei Leichenhoden durch, die in ein Wasserbad eingebettet waren; eine Methode, die verschiedene Nachteile vermeidet, die beim direkten Abtasten des Hodens entstehen können.

Er verwendete damals eine paralelle Abtastung ohne Grauwertdarstellung (bistabil); eine Technik, die durch die Weiterentwicklung der Geräte auf dem Gebiet der Ultraschalldiagnostik des Hodens heute verlassen ist.

Shawker (59) war 1976 der nächste Untersucher, der sich mit der Ultraschalldiagnostik des Hodens beschäftigte und seine Ergebnisse veröffentlichte. Er führte Verbesserungen in der Technik ein, indem er den Hoden auf einem luftgefüllten Sack plazierte, um eventuelle Streuechos der fixierenden Hand zu vermeiden.

In den nächsten Jahren fand die Ultraschalldiagnostik des Hodens dann zunehmend größere Bedeutung in der Differenzialdiagnose von Erkrankungen des Hodens, wie auch die erste in Deutschland veröffentlichte Arbeit (1977) von Staehler und Gebauer (64) zeigt.

## 2. Anatomie des Hodens

### 2.1. Hoden und Nebenhoden

Die beiden Hoden befinden sich im Hodensack, jeder an einem bindegewebigen Gefäßstiel, dem Samenstrang, der den Leistenkanal durch den äußeren Leistenring verläßt.

Der geschlechtsreife Hoden hat eine etwa pflaumenförmige Gestalt, ist etwa 3,5 - 5 cm lang und von praller Konsistenz. Er liegt meist so im Scrotum, daß ein schmaler Rand nach vorne, ein breiter nach hinten gerichtet ist. Oberer und unterer Pol, mediale und laterale Fläche werden unterschieden. Am hinteren Rand treten mit dem Samenstrang Gefäße, Nerven und Samenleiter ein bzw. aus.

Dem Hoden sitzt der Nebenhoden schweifartig auf. Hoden und Nebenhoden werden großenteils von einer Peritonealhülle überzogen (tunica vaginalis testis).

Am Nebenhoden und am oberen Hodenpol findet man häufig zwei kleine Bläschen, die Hydatiden. Einmal die Hydatide des Hodens (appendix testis), anderseits die Hydatide des Nebenhodens (appendix epididymitis).

### 2.2. Hodensack und Hodenhüllen

Der Aufbau des Hodensacks und der Hodenhüllen entspricht den entsprechenden Schichten der Bauchwand, in die sie auch übergehen.

Unter dem Peritonealüberzug liegt als derbe, bindegewebige Organkapsel die Tunica albuingea, von der auch die Hodensepten ihren Ursprung nehmen. Als innerste Schicht des Bauchfells folgt nach außen hin die Tunica vaginalis mit ihrem parietalen (Periorchium) und ihrem visceralen Blatt (Epiorchium). Als nächstes folgt die Muskel- und Fascienschicht mit Fascia spermatica interna, Musculus cremaster und Fascia spermatica externa. Als äußerste Schicht findet sich die Scrotalhaut als Fortsetzung der Bauchhaut, die auch die Scheidewand des Hodens bildet.

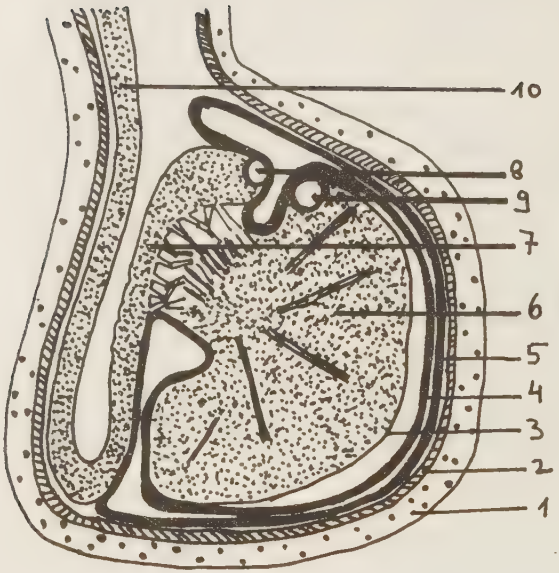



Abb.1.:

Querschnitt durch einen normalen Hoden (schematisch)

(1) Skrotalhaut
(2) M. cremaster
(3) Tunica albuingea
(4) Tunica vaginalis parietalis (Periorchium)
(5) Tunica vaginalis visceralis (Epiorchium)
(6) Hoden (lobuli testis)
(7) Nebenhoden
(8) Appendix epididymitis
(9) Appendix testis
(10) Vas defferens

## 3. Krankheiten und Veränderungen des Hoden und Nebenhodens (4,25,45)

### 3.1. Ödem

3.1.1. Das idiopatische Ödem des Scrotums ist selten. Öfters findet man es als Begleiterscheinung bei Hoden und Nebenhodenentzündungen. Ebenso kann es bei Verlegung des Lymphabflußweges, der Blutgefäße, bei Herzinsuffizienz und als Folge eines Hodentraumas gefunden werden.

3.1.2. Das Scrotum erscheint dabei vergrößert, die Hautfalten sich verstrichen, Schmerzen bestehen selten. Der Penis kann wie eingezogen erscheinen.

### 3.2. Hydrocele

3.2.1. Die Hydrocele ist eine Flüssigkeitsansammlung in der Scheidenhaut des Hodens. Die Flüssigkeit ist klar, teilweise bestehen gekammerte Hydrocelen. Sekundär kann sich die Hydrocelenwand verdicken und selten auch verkalken. Teilweise findet man eine Hydrocele als Begleiterscheinung einer Epididymitis, einer Orchitis, einer Hernie eines Traumas oder eines Tumors. Die Hydrocele liegt im vorderen Anteil des Scrotums.

3.2.2. Man findet eine Vergrößerung des Hodensacks, scheinbare Vergrößerung des Hodens, manchmal besteht ein Druckgefühl; oft ist eine Hydrocele aber asymptomatisch.

### 3.3. Spermatocele

3.3.1. Die Spermatocele ist eine intrascrotale Zyste, die unter anderem durch teilweise Verlegung des Tubulussystemes entsteht.

3.3.2. Man tastet bei einer Spermatocele eine runde Masse, die vom Hoden abgegrenzt werden kann. Manchmal findet man dabei einen Körper, der den Eindruck eines zweiten Hodens erweckt, aber mit dem Nebenhoden verwachsen ist.

3.4. Varicocele

3.4.1. Bei der Varicocele handelt es sich um eine abnorme Dilatation und Schlängelung des venösen plexus pampiniformes, meist links.

3.4.2. Oftmals sieht man im Stehen die dilatierten Venen unter der Haut. Manchmal wird vom Patienten ein ziehender oder dumpfer Schmerz im Scrotum angegeben, der bei Rückenlage wieder verschwindet. Viele Varicocelen sind aber ebenso wie die Hydrocelen asymtomatisch.

3.5. Hodentorsion

3.5.1. Bei der Hodentorsion dreht sich der Hoden axial um den Funiculus spermaticus, was zu einem hämorraghischen Infarkt oder einer Gangrän des Hodens führt, da in der Regel die Blutversorgung vollständig unterbrochen wird. Meist findet sich bei der Torsion eine abnormale Beweglichkeit des Hodens. Die meisten Hodentorsionen ereignen sich im Alter von 15 - 20 Jahren.

3.5.2. Der Torsion folgen akut einsetzende, heftige Schmerzen im Unterbauch, die gegen den Hoden ausstrahlen. Der Hoden infarziert bei kompletter Torsion innerhalb weiniger Stunden. Die Scrotalhaut wird gerötet und schwillt an. Der hoden wird vermehrt druckschmerzhaft. Bei dem akuten Ereignis kann der Betroffene Kollabieren. Das Rehnsche Zeichen ist nagativ, manchmal können Erbrechen und Übelkeit begleitend auftreten.

3.6. Nebenhodenentzündung und Nebenhodenabszeß

3.6.1. Die akute Epididymitis kann als Folge einer akuten Prostatitis entstehen oder nach Prostatektmie. Außerdem kann eine lymphogene Infektion bzw. hämatogene Streuung von Körperherden eine Epididymitis zur Folge haben. Als Komplikation dieses Krankheitsbildes kann es in einigen Fällen zu einer Einschmelzung des Nebenhodens kommen (Abszeß).

Im akuten Stadium entwickelt sich im Scrotum ein plötzlicher, starker Schmerz, der in der Flanke oder in die Leiste ausstrahlt. Der Nebenhoden ist verdickt und geschwollen. Der geschwollene Nebenhoden kann manchmal größer als der Hoden sein. Innerhalb weniger Stunden schwillt das Scrotum sehr stark an (ödem) und zeigt eine starke Rötung. Oft ist der Nebenhoden vom Hoden nicht mehr sichtbar abgrenzbar, teilweise besteht hohes Fieber. Das Rehnsche Zeichen ist positiv.

3.6.2. Die chronische Epididymitis entsteht aus einer nicht ausgeheilten akuten Epiditymitis. Dabei findet sich im Nebenhoden eine chronisch granulierende Entzündung, mit ganz oder teilweise fibrös umgewandelten Nebenhoden. Palpatorisch findet man hier einen vergrößerten, derben, meist nicht druckschmerzhaften Nebenhoden. Einen vergleichbaren Testbefund kann man auch bei Nebenhoden-Tuberkulose erheben, wobei der Nebenhoden mit käsigen, tuberkulösen Granulomen durchsetzt ist.

3.7. Orchitis

3.7.1. Die Orchitis kann bei jeder Infektionskrankheit hämatogen entstehen. Oft tritt sie bei Virusinfektionen auf (z.B. Mumpsorchitis). Außerdem kann im Rahmen einer Epididymitis der Hoden mit in den Entzündungsprozeß einbezogen werden.

3.7.2. Die Orchitis beginnt ähnlich wie die akute Epididymitis mit plötzlichen, starken Schmerzen, Schwellung des Hodens und Temperatur bis 40 °. Auch bei der Orchitis können Hoden und Nebenhoden oft nicht voneinander abgegrenzt werden.

3.8. Hodentumore

3.8.1. Die im Hoden auftretenden Tumore sind fast alle maligne. Nur die Zwischenzelltumoren, die nur etwa 2,5 % aller Hodentumoren ausmachen, sind in der Regel benigne. Sie entarten nur in einem ganz geringen Prozentsatz. Die Hodentumoren manifestieren sich überwiegend zwischen dem zwanzigsten und vierzigsten Lebensjahr.

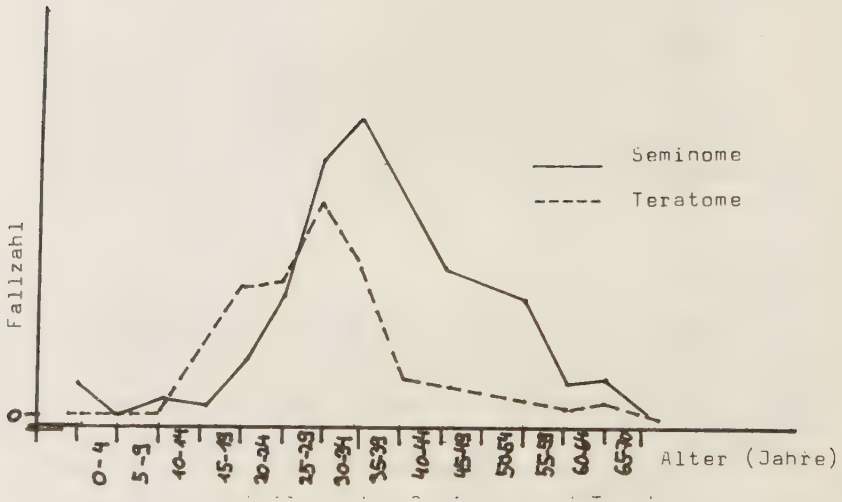



Abb.2: Altersverteilung der Seminome und Teratome. Mittelwert aus mehreren großen Untersuchungen der Weltliteratur (nach Moormann, J.G.K. König: Dtsch.med. Wschr. 92 (1967) 1502-1505).

Neben den primären Hodentumoren können im Hoden auch Metastasen, besonders von Tumoren der Lunge, der Prostata, des Melanomalignoms und des Gastrointestinaltraktes sowie Lymphommetastasen auftreten.

Bis auf Hodentumore mit Chorion-Karzinom-Anteilen metastasieren die Hodentumore primär lymphogen. Zuerst werden die paraaortalen Lymphknoten, meist beidseitig befallen. Die ersten Symptome eines Hodentumors treten manchmal erst beim Auftreten von Fernmetastasen auf. Die bevorzugt befallenen Organe sind Lunge und Knochen.

3.8.2. Als Primärtumore können im Hoden auftreten:

- Seminome
- Teratome
- embryonale Tumoren
- Chorionzellkarzinome
- Zwischenzell-Tumoren (Leyding Zell Tu, Sertoli Zell Tu)
- gemischte Tumoren

Die Seminome zeigen makroskopisch eine einheitliche, feste Struktur und fibröse Septierung, bei meist unregelmäßig gelappter Form. Durch die Kapselbildung sind sie in der Regel gut gegen das Hodenparenchym abgrenzbar. Ihre Größe kann stark schwanken. Auf der Schnittfläche zeigen sie meist eine gelbliche bis grauweißliche Farbe.

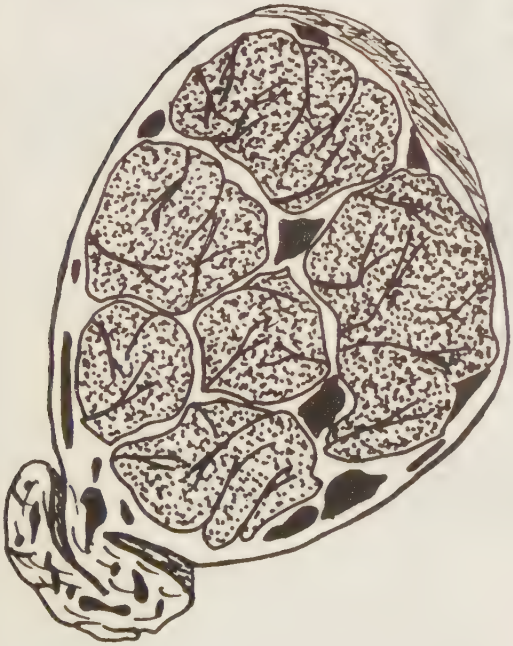


Abb.3:
Seminom, Längsschnitt durch einen Hoden (schematisch)

Man sieht ein lobulär aufgebautes Seminom, das von einer dünnen Kapsel umgeben und gut abgrenzbar ist. Dazwischen Einblutungen, das normale Hodenparenchym ist vollständig verdrängt.

Die Teratome zeigen knotig, kleinzystischen Bau und teilweise Nekrosen. Da sie Anteile aller drei Keimblätter mit verschiedenem Reifungsgrad enthalten, kann man bei den Teratomen Formationen von glattem Muskelgewebe, Knorpel, Lymph- und Nervengewebe sowie Hautanhangsgebilde finden.

Die embryonalen Tumoren gehören zu den kleinsten Tumoren des Hodens. Die verändern die Gestalt des Hodens stärker als Seminome, da sie auf die Kapsel um den Nebenhoden übergreifen. In der Schnittfläche kann man öfters Hämorrhagien und Nekrosen beobachten. Des öfteren kommen sie in Kombinationen mit anderen Tumorformen vor.

Abb.4:
Teratom, Längsschnitt durch einen Hoden(schematisch)

Man erkennt das typische Bilde eines Teratoms mit knotig, zystischem Bau, Nekrosen und Einblutungen sowie Gewebsanteilen aus den 3 Keimblättern.

Die Zwischenzelltumoren sind gewöhnlich recht groß, gut gegen die Umgebung abgegrenzt, rund oder oval, derb und im makroskopischen Schnitt von gelblicher oder gelblichgrauer Farbe.

3.8.3. Bei den Hodentumoren klagt der Patient in erster Linie über eine schmerzlose Vergrößerung des Hodens sowie über zunehmendes Schwergefühl im Hoden. Mit der Zeit können dann ziehende Schmerzen im Scrotalbereich hinzutreten. Eine schmerzhafte Symptomatik tritt aber in der Regel bei einem Hodentumor nicht sehr häufig auf (nur etwa ca. 20 %).

## 4. Untersuchungsmethoden des Hodens

### 4.1. Palpation

4.1.1. In den meisten Fällen dürfte die Palpation zusammen mit der Inspektion und eventuell einigen laborchemischen Parametern bei den Hodenerkrankungen zur richtigen Diagnose führen. Die Untersuchung wird in der Regel bimanuell erfolgen. Mit der einen Hand wird der Hoden abgetastet, mit der anderen Hand wird der Hoden fixiert, um eine räumliche Zuordnung der getasteten Befunde zu ermöglichen.

4.1.2. Normalerweise tastet man zwei Hoden, die in der Längsachse etwa 3 1/2 - 6 cm messen, im Querdurchmesser 3 - 4 cm. Der Nebenhoden ist weich und gut vom Hoden abgrenzbar und nicht druckschmerzhaft. Der Hoden selbst hat eine glatte Oberfläche und ist druckempfindlich.

Findet sich bei der palpatorischen Untersuchung des Hodens eine Druckschmerzhaftigkeit, so weist dieses Befund am ehesten auf einen entzündlichen Prozeß, eine Torsion, oder ein Trauma hin. Fehlende Druckschmerzhaftigkeit eines Hodens ist hoch verdächtig auf einen Tumor. Schmerzlose Indurationen des Hodens sind ebenfalls tumorverdächtig; schmerzlose Induration des Nebenhodens verdächtig auf chronische Epididymitis bzw. Nebenhodentuberkulose. Ebenso können Spermatocelen als Verhärtungen außerhalb des Hodens imponieren. Ein vom Hoden nicht abgrenzbarer Nebenhoden sollte den Blick auf die Krankheitsbilder Entzündung oder Tumor lenken.

4.1.3. Der Vorteil der Palpation liegt darin, daß sie überall, schnell und ohne große Belastung des Patienten durchgeführt werden kann. In der Hand des geübten Untersuchers kann mit dieser Methode schon in einer großen Zahl von Fällen eine Diagnose gestellt werden.

Die Nachteile zeigen sich z.B. bei großen Hydrocelen, bei denen eine Palpation des Hodens oft unmöglich ist. Bei kleinen Hodentumoren, die nicht palpabel sind, führt diese Methode ebenfalls zum Ziel.

Bei stark schmerzhaften Entzündungen eventuell mit begleitendem starken Ödem oder Hydrocele kann eine Palpation des Hodens Unmöglich sein. Bei vorliegendem Hämatom nach einem Trauma ist es palpatorisch oft nicht möglich, die Unversehrtheit des Hodenparenchyms zu beurteilen.

4.2. Aspekt

4.2.1. Die visuelle Betrachtung kann wertvolle Hinweise zur Diagnosefindung liefern. Bei der Betrachtung des Genitales fällt als erstes eine Änderung der Größe bzw. eine Änderung der Farbe auf. Hat das Scrotum seine normale Farbe und ist vergrößert, so kann eine Hydrocele oder ein Tumor in Betracht gezogen werden. Treten Rötungen und Schwellungen hinzu, so deutet das mehr auf eine Hodentorsion oder eine Nebenhoden- oder Hodenentzündung hin. Unter Umständen können Einziehungen im Scrotum sichtbar werden, wenn ein Tumor auf das Scrotum übergegriffen hat. Auch bei einer Varicocele läßt sich diese Verdachtsdiagnose oft durch die optische Betrachtung verifizieren. Ebenso läßt sich ein Hämatom i.d.R. an der Farbänderung des Scrotums ohne Schwierigkeiten erkennen.

4.2.2. Der optische Befund ist einfach zu erheben.Der visuelle Aspekt alleine kann aber noch keine Diagnose liefern, da einzelne Befunde bei mehreren Krankheitsbildern vorkommen können.

4.3. Diaphanoskopie

4.3.1. Bei der Diaphanoskopie wird bei verdunkeltem Raum mittels einer an das Scrotum gehaltene Lichtquelle (Taschenlampe, Zytoskoplampe) die Transparenz des Scrotums geprüft.

4.3.2. Normalerweise sieht man kein Durchscheinen des Lichtes, da das Scrotum dem Hoden relativ eng anliegt. Eine positive Diaphanie erhält man bei Hodenvergrößerungen, die durch seriöse Flüssigkeitsansammlungen im Scrotum hervorgerufen sind (typischerweise bei einer Hydrocele).

4.3.3. Auch diese Methode ist einfach, schnell und überall durchführbar. Sie erlaubt aber keine direkte Beurteilung des Hodens selbst. Über eine eventuelle symptomatische Genese der Hydrocele kann somit mit dieser Methode keine Aussage getroffen werden.

4.4. Thermographietechnik

4.4.1. Über diese Möglichkeit der Untersuchung des Hodens berichten unter anderem Gold (19), Lee (29), Selvaggi (59) und Rudolph (54). Die Hoden sind für eine Thermographische Untersuchung geradezu ideal geeignet, da sie nur wenige Millimeter unter der sie bedeckenden Schicht aus Fascien, Muskeln und Haut liegen.

Bei dieser Untersuchung steht der Patient; das Gesicht ist dabei einem Infrarotscanner zugewendet, sein Penis an der Bauchwand fixiert. Damit dasInfrarotemissionsmuster der Hoden nicht durch Wärmeabstrahlung der Oberschenkel gestört wird, werden diese mit einer aluminiumbeschichteten Pappe abgeschirmt, die zwischen Hoden und Oberschenkel geschoben und an der Bauchwand befestigt wird. Nach etwa 10 Minuten, die der Hoden zur Anpassung an die Umgebungstemperatur (20 °C) benötigt, werden Fotos bei verschiedenen Wellenlängen innerhalb des emittierten Infrarotbereiches gemacht.

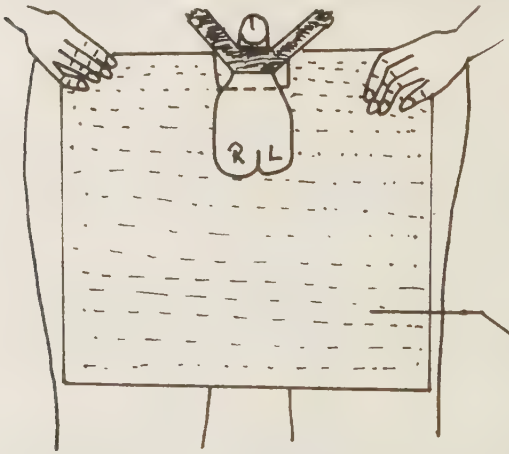



Abb.5:

Apperative Anordnung der Thermographie der Hoden

4.4.2. Bei den Thermographiebildern zeigt der normale Hoden eine homogene Infrarotemission, die nur durch eine senkrechte Zone in der Mitte des Scrotums unterbrochen ist, welche dem scrotalen Septum entspricht. Krankhafte Befunde des Hodens können sich durch eine verstärkte bzw. verminderte Infrarotemission auszeichnen.

4.4.3 Bei den in der Literatur berichteten Fällen konnte bei vielen krankhaft veränderte Hoden eine verstärkte oder verminderte Infrarotemission festgestellt werden. In einigen Fällen konnte auch bei pathologisch veränderten Hoden kein Unterschied gegenüber einem normalen Hoden festgestellt werden.

Selbst unter Heranziehung der Temperaturunterschiede in Grad C $^{0}$ zwischen rechtem und linkem Hoden konnte eineUnterscheidung zwischen malignen und benignen Prozessen nicht getroffen werden. So zeigten z.B. sowohl maligne Tumoren, als auch Varicocelen und entzündliche Prozeße eine erhöhte Infrarotemission des betroffenen Hodens. Den einzelnen Krankheitsbildern entsprechende Emissionsmuster konnten also nicht gefunden werden.

4.5. Nuklearmedizinische Untersuchungen (Szintigraphie)

4.5.1. Zu dieser Untersuchungsmethode gibt es einige Veröffentlichungen aus den USA, wo diese Methode weiter verbreitet ist, als ind der BRD (2, 41, 52, 65).

Der Patient wird zu dieser Untersuchung in Rückenlage über einem Low Energy Converting Kollimator gelegt. Die Hoden werden im Blickfeld zentriert. Der Bauch, die obere Beckenregion und der größte Teil der Schenkel wird mit einem Bleischurz abgedeckt, um Störungwn durch dort verlaufende Gefäße zu vermeiden. Der Penis wird an der Bauchwand fixiert. Sodann werden 10 mCi Pertechnat (99 mTc) als Bolusinjektion über eine periphere Vene gegeben. Sodann werden mit einer Gammakamera Bilder im Abstand von 3 oder 5 Sekunden über eine Zeit von 50 Sekunden geschossen, später noch 2 Spätbilder jeweils 5 Minuten und 15 Minuten nach Injektion. Die gefundenen Aktivitäten lassen Rückschlüsse auf die aktuelle Durchblutung des Hodens zu.

4.5.2. Normalerweise zeigt sich eine seitengleiche und zeitgleiche Anflutung der Aktivität, die sich ohne Defekte über den ganzen Hoden verteilt. Bei krankhaften Prozeßen zeigen sich ungleiche Aktivitäten in Seitenvergleich bzw. Defekte im Parenchym, die keine Aktivität bzw. verstärkte Aktivität unter der Gammakamera zeigen.

4.5.3. Mit dieser Methode läßt sich relativ sicher eine Hodentorsion (reduzierter Blutdurchfluß) von einer Entzündung (vermehrter Blutdurchfluß) unterscheiden.

Die Belastung des Patienten durch die Untersuchung sowie die Strahlenbelastung ist nach Angaben der Untersucher (64) unerheblich, Als Nachteil kann man angeben, daß bei Hodentumor eine Zuordnung der Ergebnisse nicht möglich ist. Ebenso kommen bei Kindern oder kleinen (atrophischen Hoden) oft Fehlinterpretationen vor, ebenso bei länger bestehenden Torsionen (reaktive Hyperämie) und bei Massen, die den Hoden überlagern (u.a. Hydrocelen).

4.6. Röntgenverfahren (Mikroverkalkungen des Hodens)

4.6.1. Brand und Mitarbeiter (10) beschrieben an Hand von rd. 40 röntgenologisch untersuchten Semikastrationspräperaten die Möglichkeit Veränderungen des Hodens zu diagnostizieren.

Die frischen Operationspräperate wurden mit dem Radiographiegerät "Faxitron" 43805 A geröngt, unter Verwendung von Materialprüffilmen oder Mammographiefilmen mit Verstärkerfolie. Die dabei verwendete mittlere Röhrenspannung liegt bei 30 KV, die durchschnittliche Belichtungszeit bei 30 Sekunden. Zur Größenbestimmung der einzelnen Verkalkungen auf den Filmen diente eine 1/10 mm graduirte Lupe mit 8facher Vergrößerung.

4.6.2. Normalerweise finden sich in einem unveränderten Hoden keine Mikroverkalkungen. Bei dieser Untersuchungsserie konnten in 80 % der von einem Hodentumor befallenen Hoden, Mikroverkalkungsmuster nachgewiesen werden, die für die einzelnen Tumorarten (Seminom, Teratom) spezifisch waren. Bei nicht neoplastischen Veränderungen des Hodens (Orchitis, Fibrosierung u.a.) konnten in 15 % Mikroverkalkungen nachgewiesen werden, die aber für die einzelnen Krankheitsbilder nicht typisch waren.

4.6.3. Als Vorteil dieser Methode kann angeführt werden, daß sie in Bezug auf die Fragestellung Tumor oder nicht, eine recht hohe Treffquote besitzt. Zudem wird eine kräftige Manipulation am Tumor vermieden und somit eine diskutierte vermehrte Verschleppung von Malignomzellen in den Blutkreislauf verhindert.

Leider kann diese Methode zu den anderen Krankheitsbildern des Hodens keine differentialdiagnostischen Beitrag leisten, da die Trefferquote zu gering und unspezifisch ist. Zudem muß auch die Strahlenbelastung berücksichtigt werden, die allerdings nach Messungen der Verfasser im Bereich von anderen Röntgenroutineuntersuchungen des Beckens liegt.

4.7. Laborchemische Methoden (Bestimmung von Alpha Fetoprotein und Beta-HCG)

4.7.1. Für die Differentialdiagnose von Hodenerkrankungen können in erster Linie die Werte von Beta-HCG und Alpha-Fetoprotein herangezogen werden, die über radioimmunologisch Serumbestimmungen gewonnen werden.

4.7.2. Die Normalwerte für AFP zeigen Serumkonzentrationen bis 14 Nannogramm pro Milliliter. Höhere Werte weisen auf einen nicht seminomatösen Hodentumor oder auf ein Hepatom hin (27).

4.7.3. Diese Methode ergibt nur bei weniger als 50 %, der an einer Keimzellengeschwulst erkrankten Patienten Ergebnisse, die differentialdiagnostisch weiterführen. Denn Seminome zeigen in der Regel keine Erhöhung des AFP. Zudem können auch andere Erkrankungen (Hepatom) zu einer Erhöhung des AFP führen.
Bei nicht malignen Erkrankungen des Hoden kann man durch diese sehr aufwendigen Methoden keine Erkenntnisse gewinnen.

4.7.4. Die Bestimmung der Leukozyten, die Temperaturmessung sowie die Untersuchung des Harns (chemisch und Sediment), können wichtige Hinweise für die Einordnung des Krankheitsbildes geben.

4.8. Doppler-Sonographie (32, 49, 67, 68)

4.8.1. Die Ultraschalldoppler-Sonographie nützt den Doppeleffekt aus: Frequenzänderungen von Schallwellen in Abhängigkeit von der Bewegung des Senders bzw. Empfängers. Diese Art von Blutströmungsmessung wird schon lange in anderen Fachbereichen angewandt. 1974 wurde diese Technik zum ersten Mal von Milleret und Liaras (37) in ihrer Anwendung beim Hoden beschrieben.

Das Instrument sendet kontinuierliche Ultraschallwellen aus, der auf die Blutgefäße und die sich darin bewegenden Zellen und Flüßigkeit gerichtet ist. Wenn die sich bewegenden Zellen den an einen Punkt fixierten Empfänger passieren, verursachen sie eine rasche Änderung der reflektierten US-Wellen, die vom Empfängerteil des Ultraschallsenders empfangen werden.Theoretisch kann eine Vermehrung, Verminderung oder das Fehlen eines Blutflusses festgestellt werden.

Der Hoden wird mit einer Hand fixiert, die Scrotalhaut gespannt und mit einer Kopplerflüssigkeit überzogen. Die Gefäßgeräusche werden über einen Lautsprecher oder ein Stetoskop abgehört, oder graphisch aufgezeichnet.

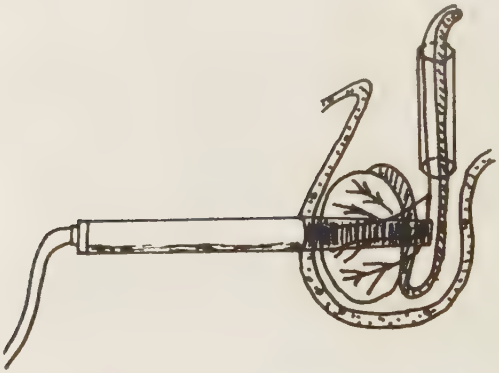


Abb.6:
Schematische Darstellung der Blutversorgung des Hodens und richtige Position des US-Senders zur Suche nach intratesticutären Pulsen (49)

4.8.2. Normalerweise ist sowohl ein venöses Strömungsgeräusch als auch ein arterielles, pulssynchrones, fauchendes Zischen zu hören. Bei einer Torsion wird man in der Regel keine Geräusche mehr hören, da alle zuführenden Arterien abgeklemmt sind. Bei einem entzündlichen Prozeß sind die Geräusche in Folge der Entzündungshyperämie viel lauter, als auf der gesunden, kontralateralen Seite.

4.8.3. Dieses Verfahren bringt nur für die Krankheitsbilder der Entzündung und Hodentorsion brauchbare Ergebnisse. Für die Torsion auch nur, wenn das Ergebnis nicht mehr als 24 - 36 Stunden zurückliegt und somit noch keine reaktive Hyperämie eingesetzt hat. Ebenso kann auch in der allerersten Phase der Torsion kein eindeutiges Ergebnis erwartet werden, da hier noch eine venöse Stase vorherrscht.

Die Beurteilung der hörbaren Phänomene ist zudem nicht einfach, da in der Literatur über zahlreiche falsch negative Resultate berichtet wird (44).

Als Vorteil ist zu sehen, daß diese Methode fast überall, ohne großen technischen und ohne großen Zeitaufwand durchgeführt werden kann, soweit der Untersuchung genügend Erfahrung mit der Dopplersonographie besitzt.

## 4.9. Ultraschalldiagnostik

### 4.9.1. Physikalische und technische Voraussetzungen (23)

Das Prinzip des diagnostischen Ultraschalls beruht auf der unterschiedlichen Reflexion von Schallwellen an Grenzflächen und Geweben verschiedener Dichte. Die Frequenz der verwendeten Wellen liegt bei 1 - 7,5 MHz, im speziellen Fall der Ultraschalldiagnostik des Hodens wird i.d.R. mit einer Frequenz von 5 MHz gearbeitet.

Die Schallwellen werden dadurch erzeugt, daß an die Kristalle des Piezomaterials (Quarz, Barium-Titanat, Blei-Zirkonat-Titanat) eine elektrische Wechselspannung angelegt wird; dabei werden diese Kristalle mechanisch verformt, wobei hochfrequente Schallwellen entstehen. Dieselbe piezoelektrische Schallquelle dient auch als Empfänger. Durch die Verformung infolge des auftreffenden Ultraschalls wird eine Spannung erzeugt, entsprechend dem piezoelektrischen Effekt. Diese im Rhytmus der aufgefangenen Ultraschallimpulse entstehende elektrische Wechselspannung wird der Speichereinheit zugeführt und dort verarbeitet.

Die Stärke der Gewebsreflektion ist abhängig von der Dichte des Gewebes und der Schallgeschwindigkeit. Das Produkt aus beiden wird als akustische Impedanz bezeichnet; die jeweilige Änderung an den echobildenden Grenzflächen als Impedanzsprung.

Die Schalleitung im menschlichen Gewebe erfolgt mit einerSchallgeschwindigkeit von ca. 1550 m/sec. Die einzige Ausnahme im menschlichen Körper stellt der Knochen und die Lunge dar.

Im Körpergewebe wird nur ein geringer Anteil des Strahlenbündels reflektiert, der größte Anteil aber durchgelassen. Im Verlauf der Körperdurchdringung der Schallwellen kommt es an jeder Grenzfläche zum Impedanzsprung und damit zur Echobildung und mit zunehmender Eindringtiefe zur Schwächung des Schallwellenbündels. Damit die angereizten Echosignale von gleichartigen Grenzflächen in verschiedenen Tiefen vergleichbare Aussagekraft behalten, erfolgt technisch eine Verstärkung der aus der Tiefe kommenden Echos (Tiefenausgleich).

Da der Schallsender in den Impulspausen als Empfänger dient, können die jetzt umgewandelten elektrischen Signale, nach Durchlaufen des Verstärkers, lichtoptisch dargestellt werden.

Das Auflösungsvermögen in Schallstrahlrichtung, d.h., die Möglichkeit zwei Punkte noch getrennt wahrnehmen zu können, ist abhängig von der verwendeten Frequenz und der Impulsdauer. Prinzipiell ist die Auflösung quer zur Schallrichtung wesentlich schlechter, als das axiale Auflösungsvermögen. Zu beachten ist noch, daß die Absorption der Schallwellen entsprechend des Frequenzanstieges zunimmt. Das bedeutet, daß eine verbesserte Auflösung zu Lasten der Eindringtiefe geht.

Da der Hoden direkt unter einer dünnen Muskel- und Hautschicht liegt, kann hier also mit hohen Frequenzen gearbeitet werden, mit einer entsprechend guten Auflösung.

### 4.9.2. Verschiedene Ultraschalltechniken (23)

#### 4.9.2.1. a-Scan, Amplituden-Bild

Das eindimensionale A-Bild-Verfahren ist als Echolot aus der Technik schon lange bekannt. Prinzipiell handelt es sich um eine Entfernungsbestimmung vom Schallkopf aus. Dabei werden die Laufzeiten von Ultraschallimpulsen durch Abstandsmessungen der Auslenkung eines Kathodenstrahls auf einer Linie in Form von Spikes gemessen. Sie korrelieren mit der entsprechenden Entfernung.

#### 4.9.2.2. B-scan, Helligkeit-Schnittbildtechnik

Hierbei handelt es sich praktisch um eine Fortführung der A-scan-Technik, indem zahlreiche nebeneinander angeordnete, eindimensionale Ultraschallstrahlen seitlich verschoben werden. Aus den daraus resultierenden punktförmigen, lichtoptischen Echosignalen entsteht das zweidimensionale B-Bild. Dieses setzt sich aus zahlreichen Lichtpunkten zusammen. Es entspricht einem Schnittbild der untersuchten Region - im Prinzip entsprechend

der Tomographie. Die Stärke eines Echos wird entsprechend der Höhe der Amplitude des Signals in Grautöne auf dem Betrachtungsschirm umgesetzt. Im B-Bild-Verfahren wird noch zwischen Compound und Real-Time-Verfahren unterschieden. Beim Compoundscan wird der Bildaufbau eines Objektes mit handgeführtem Schallkopf aus unterschiedlichen Einschallwinkeln zusammengesetzt.

Beim Real-Time-scan wird der Bildaufbau durch ein rotierendes Schwingersystem oder ein Linearray erreicht. Mit dem rotierenden Schallkopfsystem wird beim Real-Time-Verfahren die eingestellte Schnittebene mehrmals pro Sekunde abgetastet. Dabei wird ein flackerfreies Bild erzeugt, das Bewegungsabläufe unmittelbar erkennen läßt.

4.9.2.3. Bei der Untersuchung des Scrotalinhaltes mittels des Compound-Verfahrens wird der Hoden des auf dem Rücken liegenden Patienten auf einer Unterlage gelagert oder mit einer Hand fixiert. Sodann wird das Scrotum mit einem herkömmlichen Kopplungsgel eingehüllt und mit dem Schallkopf abefahren.

Eine andere Möglichkeit ist die Benutzung eines Wasserbades in Verbindung mit einem Compound-scanner wie es von Skolnik (61) erstmals beschrieben wird.

Der Hoden wird dabei auf einer Platte oder etwas Ähnlichem immobilisiert, die zwischen die Schenkel geschoben ist. Auf das Scrotum wird eine wassergefüllte Box mit Folienboden gesetzt, durch den sich das Scrotum in die wassergefüllte Box verwölbt. Zur Verbesserung des Kontaktes zwischen Hoden und Folie wird ein Kopplungsmedium zur Verdrängung der in den Hautporen befindlichen Luft verwendet, z.B. Öl oder Gel.

Es sind sowohl Längen als auch Querschnitte des Hodens möglich. Die Bilder werden auf Polaroid-Film oder Röntgen-Film zur Befunddokumentation aufgezeichnet.

Diese Untersuchungen benötigen nur einen relativ geringen Zeitaufwand (ca. 15 Minuten und mit modernen Real-Time-Geräten nur noch ca. 5 Minuten) und belästigen den Patienten in keiner Weise. Bei stark schmerzhaften Hoden ist die Wasserbadmethode schonender, da der Hoden nicht komprimiert oder in seiner Lage verändert werden muß. Auch die diskutierte Tumorzellenverschleppung bei kräftiger Manipulation am Hoden kann hiermit vermieden werden.

4.9.2.4. Modifiziertes Real-Time-Verfahren (Octason)

Eine Variation der hochauflösenden Real-Time-Ultraschallsonden verwendeten Claussen et.al. (11) mit ihrem Octason Gerät. Es Handelt sich dabei um ein Gerät mit Real-Time-Ultraschallsonde und freier Wasserbadimmersion. Beim Octason liegen in einem großen Wassertank auf einem C-Boden 8 großflächige, langfokusierte Schallköpfe (je 3 MHz), die auf einem Rahmen frei beweglich sind und somit standartisierte Aufnahmen aus allen Richtungen zulassen. Das-Reflektionsultraschallbild wird durch die überlagerten Sektorscanbewegungen der verschiedenen Schallköpfe aufgebaut.

Für die Ultraschalluntersuchung des Hodens wurde ein Kissen mit einem Loch in der Mitte benutzt, das knapp unter der Wasseroberfläche befestigt ist. Der Patient legt sich in Bauchlage auf dieses Kissen, wobei die Hoden frei in das Wasserbad hineinhängen. Die Bilder werden auf Polaroid- und Negativfilmen festgehalten.

Mit dieser Methode ist es möglich in der transversalen und longitutinalen Schnittebene ein Übersichtssonogramm des Scrotalinhalts zu erlangen, das die anatomischen Strukturen im Detail und ihre Lagebeziehungen zueinander abbildet, wie es mit keinem anderen Verfahren in dieser Weise möglich ist. Es können damit standartisierte Aufnahmen gemacht werden.

## 5. Schäden durch Ultraschall

5.1. Da bei der Ultraschalldiagnostik des Hodens ein Organ betroffen ist, das gegenüber mutagenen Strahlen (etwa Gamma-Strahlen oder UV-Strahlen) besonders anfällig ist ud deren Auswirkung dann im Zuge der Fortpflanzung besonders weitreichend und verhängnisvoll sein können, müssen die vorliegenden experimentiellen Ergebnisse bezüglich der eventuellen Schädigung durch Ultraschall besonders sorgfältig gewertet werden.

Über die Auswirkung von Beschallung biologischer Systeme liegen viele Untersuchungen vor, wobei in einigen wenigen Berichten von einer schädlichen Auswirkung des Ultraschalls berichtet wird.

5.2. Das extreme Dosen, letale und-oder mutagene Folgen für die Versuchsobjekte haben, ist unbestritten. Die Dosen mit denen Taylor et.al. (66) und Fry (18) in ihrer "Toxity Studie" Maushoden und Mausovarien beschallten, lagen bis zu 1000 Mal höher, als die diagnostisch gebräuchlichen Dosen. So arbeitete Fry mit Frequenzen, die bei 1110 bis 1364 MHz lagen und Spitzenintensitäten bis 2038 W/qcm. Auch sind die von ihm verwendeten Pulsweiten 5 - 60 Mal länger (15 ysec-120 ysec), als die gewöhnlich benutzten, ebenso die Beschallungszeit.

Signifikante Chromosomenaberrationen durch diagnostischen Ultraschall (3 W/qcm) wurden von Mc Intosh 1970 (35) als einem der Ersten beschrieben. Er experimentierte dabei mit menschlichen Leukozytenkulturen.

Diese Chromosomenabbarationen konnten aber von anderen Untersuchungen wie Bobrow (9) und Coakley (13) bei ähnlicher Versuchsanordnung nicht mehr gefunden werden. Auch konnte Mc Intosh seine eigenen Ergebnisse nicht mehr reproduzieren, als er später den Versuch unter gleichen Bedingungen nocheinmal durchführte (36).

Er schreibt auch selbst, daß diese Unterschiede möglicherweise durch Resonanzmechanismen entstanden, wobei Wellen mit höherer Intensität erzeugt wurden, wodurch die beobachteten Schäden entstanden sein könnten.

Bei der Durchsicht der Veröffentlichungen zu eventuellen Schäden durch Ultraschall stellt man immer wieder fest, daß bei einer Reihe von ähnlich aufgebauten Untersuchungen immer wieder eine Untersuchung dabei ist, die eine schädigende Auswirkung von Ultraschall zeigt, im Gegensatz zu einer ganzen Reihe anderer Versuche, die keine Schädigung zeigten.

So berichtet auch Liebeskind (33) von einem Versuch mit Zellkulturen menschlicher Leukozyten über einen Anstieg der S.C.E. (Sister Chromatid Exchange) bei halbstündiger Anwendung von diagnostischem Ultraschall. Eine hohe SCE-Rate läßt Rückschlüße auf vermehrte Reparaturvorgänge der Erbsubtanz zu, die durch vermehrte mutagene Vorgänge ausgelöst wurden.

Ähnliche Versuche wurden von Wegener (69) mit Ovarialzellen des chinesischen Hamsters durchgeführt, ohne jedoch einen Anstieg der SCE feststellen zu können. Auch hier lagen die verwendeten Frequenzen und Intensitäten im diagnostischen Bereich (2,2 MHz, 10 mW/qcm, 4 MHz, 5 W/qcm). Auch Einzelstrangbrüche konnten nicht nachgewiesen werden. Durch diagnostischen Ultraschall wurden also keine nachweisbaren Veränderungen hervorgerufen.

Auch Morris (40) berichtet über Versuche zur SCE-Rate. Morris konnte ebenso wie Wegener bei seinen Ergebnissen keine Erhöhung der SCE-Rate bei Beschallung von Leukozytenkulturen finden, obwohl er teilweise höhere als diagnostische Intensitäten applizierte, mit Spritzen bis 36 W/qcm. Es konnten auch hier keine sicheren, reproduzierbaren Beweise dafür gefunden werden, daß morphologische Chromosomenschäden durch Beschallung in diagnostischen Bereich hervorgerufen werden.

Eine Zerstörung des Hodengewebes nach Beschallung mit Spitzenintensitäten von 25 W/qcm, bei einer Frequenz von 1MHz für 30 Sekunden beschrieb O'Brian (46). Er fand bei einer Untersuchung der beschallten Hoden eine teilweise Zerreißung des Hodenparenchyms und eine erloschene Spermiogenese.

Bei O'Brian wurde die Temperatur, die kurzfristig am Hoden auftritt, auf 47 $^{o}$ C bis 50 $^{o}$ C geschätzt. Daß bei hohen Intensitäten, temperaturbedingte Schäden auftreten, ist sicher (1,47). Durch die relative Kleinheit der Mäusehoden bzw. der beschallten Zellkulturen, ist auch deren Wärmeableitung wesentlich geringer als beim menschlichen Hoden. Schädliche Temperaturerhöhungen werden also wesentlcih früher und wesentlich umfassender erreicht als beim menschlichen Hoden.

Auch hier, konnten andere Untersucher die schädlichen Auswirkungen bei Beschallung von Mäusehoden nicht bestätigen. So beschallten z.B. auch Lyon (34) Mäusehoden für 15 Minuten mit einer Frequenz von 1,5 MHz und einer Intensität von 1,6 W/qcm bzw. 0,9 W/qcm, ohne daß irdendwelche Schäden festgestellt werden konnten. Bei diesen Untersuchungen konnte kein Hinweis dafür gefunden werden, daß die Ultraschalldosen dominante letale Mutationen oder Sterilität hervorrufen, obwohl die Intensitätswerte um 8 - 20 mal höher lagen, als die im Moment bei der Diagnose auftretenden.

5.3. Auch andere in vivo Untersuchungen (7, 22, 24, 31, 67, 68) bei denen Säugetiere, teilwiese in der Schwangerschaft, mit diagnostischen Dosen beschallt wurden, konnten keine genetischen Auswirkungen der Beschallung aufdecken. Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse, mit besonderem Blick auf die in vivo Experimente, kann wohl eine schwerwiegende Schädigung der beschallten Zellen ausgeschlossen werden. Dies gilt insbesondere auch für den Hoden, wo eine genetische Schädigung des Erbmaterials sowie eine Störung der Fortpflanzungsfähigkeit bisher nicht beschrieben wurde.

Dieses Ergebnis bestätigt u.a. auch eine Studie, die vom American Institute of Ultrasound in Medicine angeregt wurde (5). Ebenso kommt die zusammenfassende Arbeit von Rott (53) zu den gleichen Ergebnissen.

## 6. Untersuchungstechnik

6.1. Die Untersuchungen wurden in Grey scale Technik mit handelsüblichen Ultraschallgeräten der Firma Picker Röntgen GmbH durchgeführt. Die verwendeten Geräte vom Typ der Compoundscanner waren der Picker Echoview 80 L und 80 DC. Es wurde ein 5 MHz Schallkopf mit einem Kurzdistanzfocus und einem Außendurchmesser von 6 mm verwandt.

Die beste erreichbare Auflösung (je nach Eindringtiefe) liegt axial bei ca 1 mm und lateral bei 2 - 3 mm.

Die Untersuchungen erfolgten teils im Wasserbad, teils ohne. Die Untersuchung erfolgt am auf dem Rücken liegenden Patienten.

6.2. Untersuchungsmethoden

6.2.1. Bei der Ultraschalluntersuchung der Hoden ohne Wasserbad wurde der Hoden mit einer Schicht herkömmlichen Kopplungsmedium bedeckt, wie es auch bei anderen Ultraschalluntersuchungen verwendet wird. Solange der Schallkopf über das Untersuchungsobjekt geführt wird, muß der Hoden in einer unveränderten Lage bleiben. Dazu immobilisiert der Untersucher den Hoden mit seiner linken Hand und führt den Schallkopf mit der rechten Hand über das Gewebe.

Diese Methode kann auch am schmerzenden Hoden vorgenommen werden, wenn mit der nötigen Rücksicht vorgegangen wird.

Bei der Schnittführung werden in der Regel zuerst einige Längsschnitte durch den Hoden gelegt, sowohl in seiner anatomischen Position, als auch in Außen- und Innenrotation der Hoden. Dies ist bei direktem Hautkontakt wegen des Nahfeldes des Schallkopfes wichtig und entfällt bei Verwendung eines vorgeschalteten Wasserbades.

Da der Hoden ein räumliches Gebilde ist, stellt diese Art der Schnittführung sicher, daß der Schallstrahl tatsächlich das ganze Hodengewebe durchquert. Querschnitte wurden nur selten durchgeführt. Die gewonnenen Bilder auf dem Bildschirm werden auf Polaroid- oder Röntgenfilmen dokumentiert.

Vor- und Nachteile

Mitunter kann es technische Schwierigkeiten bereiten, den Schallkopf an die Scrotalhaut anzukoppeln. Trotz des Kurzdistanzfocus kommt bei direkter Ankopplung des Schallkopfes an das Scrotum das Nahfeld mit seiner geringeren Auflösung zum Tragen; dadurch bedingt, daß der Hoden nur durch wenige Millimeter Muskel und Faszienschicht vom Schallkopf getrennt ist.

Bedingt durch dieses Nahfeld können die ersten Millimeter des Hodens, die der Ultraschallsonde anliegt, mitunter undeutlich erscheinen. Das heißt, die besten Bilder, bedingt durch die beste Auflösung, finden sich an der dem Schallkopf gegenüberliegenden Seite.

6.2.2. Bei einigen Patienten wurde bei der Ultraschalluntersuchung des Hodens ein Wasserbad zur Hilfe genommen, wie es von Skolnik (61) beschrieben wurde und wie Igl (26) es für die Schilddrüsenuntersuchung beschrieb. Der Patient hält seinen Hoden in der Hand, der Wassersack wird dann darübergesetzt. Das Wasserbad besteht aus einem rechteckigen Metallrahmen, der an einem metallenen Laborständer befestigt ist. An diesem Metallrahmen ist eine Folie befestigt, die die Form einer Tasche hat. Diese Tasche wird auf das Scrotum gelegt. Zur besseren Kopplung zwischen Scrotum und Folie wird das Scrotum mit Öl eingerieben.

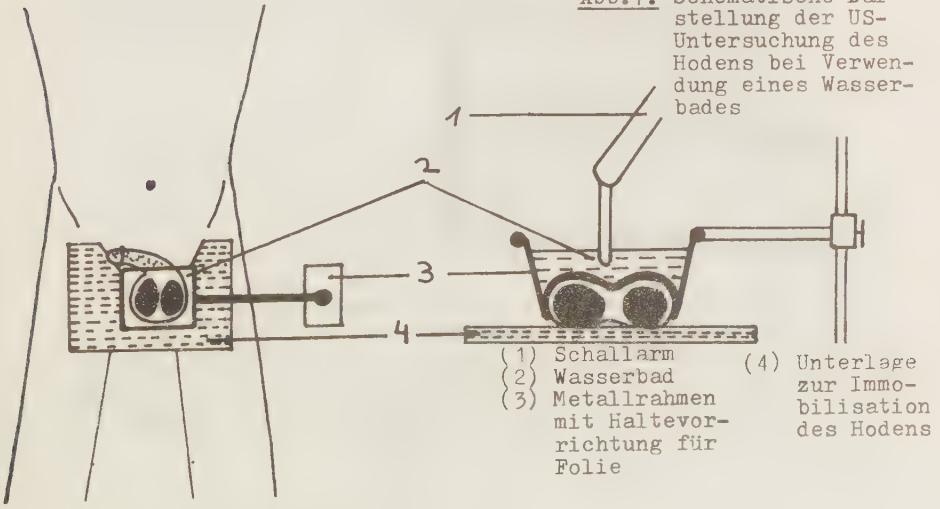



Abb.7. Schematische Darstellung der US-Untersuchung des Hodens bei Verwendung eines Wasserbades

(1) Schallarm
(2) Wasserbad
(3) Metallrahmen mit Haltevorrichtung für Folie
(4) Unterlage zur Immobilisation des Hodens

## 7. Ultraschalldarstellung des veränderten und normalen Scrotalinhaltes

Mit den beschriebenen Untersuchungsmethoden konnte außer am Hoden eine Reihe von pathologischen Befunden in Scrotum gut dargestellt werden. Mit Hilfe des Ultraschalls wurden diese pathologischen Befunde in extratestikuläre, testikuläre oder kombinierte Veränderungen untergliedert. Zusätzlich erfolgt eine Beurteilung darüber, ob diese Veränderungen zystischer, solider oder kombinierter Natur waren.

7.1. Der normale Hoden stellt sich bei der Ultraschalluntersuchung als ovales, scharf begrenztes Gebilde mit einem Längsdurchmesser von 3,5 cm - 6 cm dar. Man findet ein homogenes, relativ echodichtes Binnenechomuster. Die Tunika albuginea läßt sich nicht darstellen, ebenso nicht die Tunica vesicalis und intratesticuläre Strukturen (z.B. Septen).

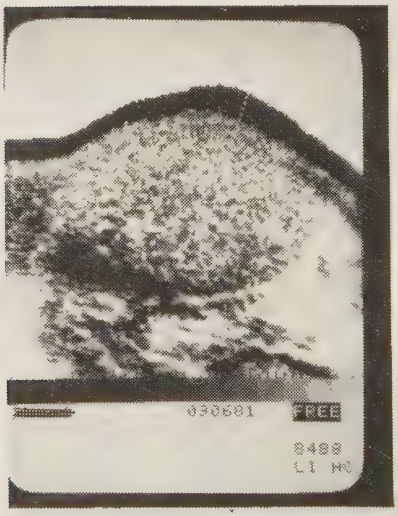



Abb.8: Normaler Hoden

Das US-Bild zeigt ein homogenes Echomuster des Hodens mit verstärkter Echogebung an der Unterseite, welche dem Nebenhoden entspricht.

7.2. Der Nebenhoden stellt sich echodicht mit imhomogenen Binnenechomuster dar. Man findet ihn, je nach Schnittführung, am oberen Hodenpol bzw. lateral oder hinten, dem Hoden aufsitzend. Eine Abgrenzung zwischen Hoden und Nebenhoden kann auch bei verändertem Nebenhoden fast immer getroffen werden.

7.3. Tritt eine Vermehrung der serösen Flüßigkeit zwischen Epi- und Periorchium auf, so liegt eine Hydrocele vor. Sonographisch zeigt sie sich als echofreie Zone, wobei der Hoden klar abgegrenzt und gut beurteilbar ist. Der extratestikuläre Charakter dieser Veränderung ist gut zu erkennen.

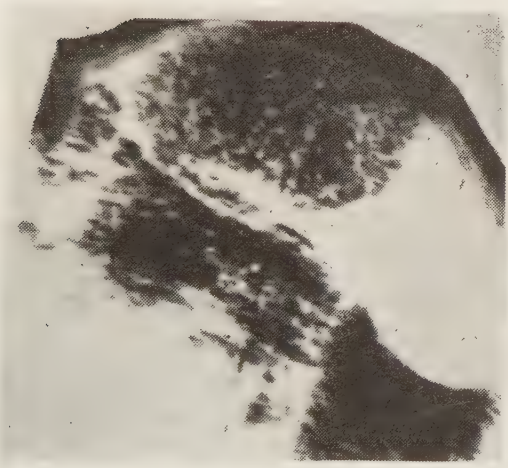


Abb.9: Das US-Bild zeigt das typische Bild einer Hydrocele mit der echofreien Flüßigkeit und dem homogenen Hodenparenchym selbst.

7.4. Eine Spermatocele stellt sich ebenfalls als echofreie Zone am oberen Hodenpol dar, meist an der Stelle wo der Nebenhodenkopf zu erwarten ist. In der Regel ist die Spermatocele deutlich vom Hoden abzugrenzen. Eine Verwechslung mit der Hydrócele ist auch bei großen Spermatocelen selten, da diese niemals die ganze vordere Fläche des Hodens bedecken können.

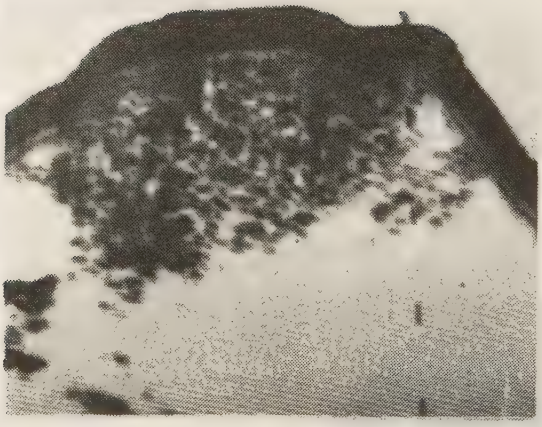


Abb.10:
Hier zeigt sich das typische Bild einer Spermatocele, die sich als echofreie Zone im Bereich des Nebenhodenkopfes darstellt.

7.5. Die Variocele als Ausdruck des erweiterten Plexus pampiniformes erscheint als unregelmäßige, gekammerte, echoarme Struktur, die dem Hoden aufsitzt.

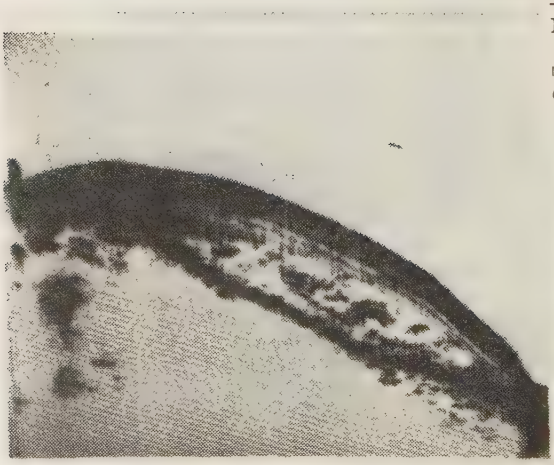


Abb.11:
Die Varicocele stellt sich als gekammerte echoarme Struktur dar.

7.6. Bei der Epididymitis zeigt sich sonographisch ein vergrößerter Nebenhoden mit verstärkten, aufgelockerten, inhomogenen Binnenechomuster.

Der Hoden ist bei reiner Epididymitis nicht vergrößert und das Binnenechomuster nicht gestört.

Bei chronischer Epididymitis kann der fibrotisch veränderte Nebenhoden oft nicht sicher vom Hoden abgegrenzt werden, so daß hier Schwierigkeiten in der Einordnung des Befundes entstehen können. Der fibrotisch veränderte Nebenhoden zeigt in der Regel eine echoreiche Struktur.

Bei einer Abszendierung können unregelmäßig begrenzte, echoarme oder echoleere, umschriebene Zonen gefunden werden. Das gleiche Bild ergibt sich auch bei einer Abszessbildung im Hoden.

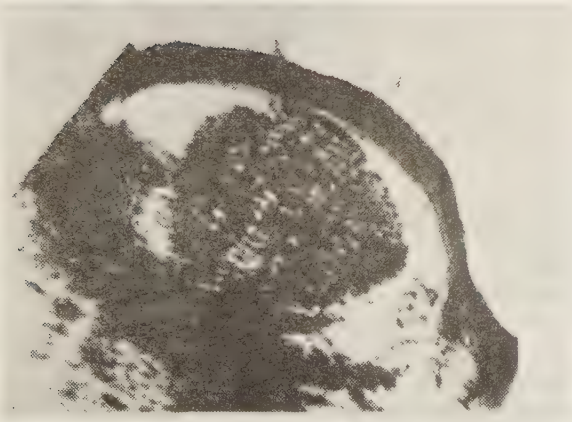


Abb.12:
Bei der Epididymitis stellt sich der Nebenhoden vergrößert mit aufgelockertem Binnenechomuster dar.

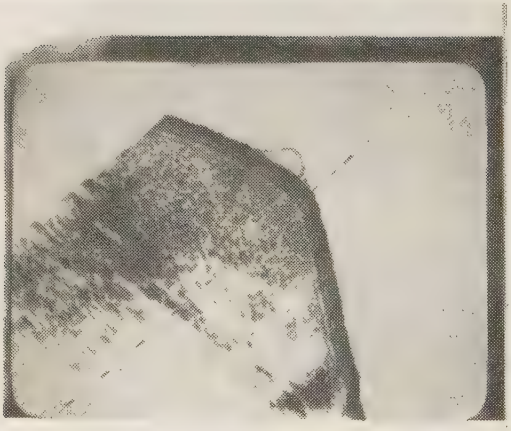


Abb. 13:
Bei der chronischen Epididymitis erscheint der Nebenhoden insgesamt vergrößert mit echoreichen Strukturen die einer fibrotischen Umwandlung entsprechen und eiechoarmen Zone, die wohl einem begleitenden Ödem bei einer entzündlichen Veränderung entspricht.

7.7. Bei einer Orchitis findet sich ebenso wie bei einer Entzündung des Nebenhodens eine Vergrößerung des Organs mit aufgelockertem Binnenechomuster.

7.8. Bei einer Verletzung des Hodens und einer erfolgten Blutung, zeigt sich die Blutansammlung innerhalb der Tunica vaginalis als echofreie und damit zystische Raumforderung. Wird das Hämatom organisiert, do wird die Echostruktur verändert und es treten Binnenechos auf.

Bei einer Zerreißung des Hodenparenchyms findet man echodichte, unregelmäßige Zonen innerhalb des Hodens. Die Beurteilung ist hier ausgesprochen schwierig.

Abb.14:
Bei diesem US-Bild nach einem Trauma zeigt sich eine echoleere Zone, die den Hoden umgibt und die entweder einer Hydrocele oder einem Hämatom entspricht. Weiterhin sind Parenchmyeinrisse im mittleren Drittel ohne Parenchymprolaps dargestellt.

7.9. Bei einer Hodentorsion kann man in der ersten Zeit nach dem Ereignis sonographischen kein pathologisches Bild finden. Erst im fortgeschrittenen Stadium, bei beginnender Nekrose wird ein heterogenes Echomuster, teilweise mit zystischen Anteilen sichtbar. Hoden und Nebenhoden sind dabei meistens vergrößert.

7.10. Bei den Hodentumoren findet man eine umschriebene, manchmal auch den ganzen Hoden erfassende Störung des Binnenechomusters. Man findet inhomogen dichte und echoarme Bezirke, teilweise auch mit zystischen Anteilen. Manchmal ist der Hoden dabei vergrößert.

## 8. Ergebnisse

### 8.1. Patientengut

Bei der vorliegenden Arbeit wurden die Hodensonographien von 206 Patienten der Universitätsklinik München aus den Jahren 1978 - Anfang 1981 ausgewertet. Ein großer Teil der Patienten (142) wurde wegen Verdacht auf Hoden- oder Nebenhodentumor, bzw. zum Ausschluß dieser Krankheitsbilder einer sonographischen Untersuchung des Scrotalinhalts zugeführt. Der Rest der Patienten wurde mit der Fragestellung: Epididymitis, Orchitis, Hydrocele, Spermatocele, Varicocele, Trauma, Scrotalhernie, Hämatom, Hodentorsion oder unklarer Tastbefund, zur Ultraschalluntersuchung des Hodens in der Klinik vorgestellt.

Ausgewertet wurden die Sonographiebefunde aller Patienten, bei denen die Diagnose durch histologische Untersuchungen, Operationen oder hinlängliche Verlaufsbeobachtungen abgesichert werden konnten.

Nicht in der Auswertung enthalten sind nur solche Patienten, deren weiteres Schicksal aus den Unterlagen nicht hervorging.

Von den 229 endgültigen Diagnosen wurden 82 Befunde histologisch abgesichert, weitere 9 Befunde wurden durch eine Oparation bestätigt (Hydrocelen, Spermatocelen). Der Rest der Fälle wurde durch klinische Verlaufsbeobachtungen hinlänglich abgesichert, etwa bei entzündlichen Prozeßen durch Abheilen nach Antibiotikagabe oder nach Zuwarten.

Insgesamt wurden folgende sonographische Diagnosen gestellt.

Es wurden:

39 Hydrocelen diagnostiziert
6 Spermatocelen
7 Varicocelen
52 tumoröse Veränderungen des Hodens
1 NH-Tumor
24 entzündliche Veränderungen
davon
16 Fälle von Epididymitis
3 Fälle von Orchitis
5 Fälle von Entzündungen mit Einschmelzungen
und
82 nicht pathologische Befunde

Des weiteren war bei 11 Patienten eine genaue Zuordnung des Sonographiebefundes zu einem bestimmten Krankheitsbild nicht möglich. Weitere 8 Diagnosen bezogen sich auf relativ seltene Krankheitsbilder wie Skrotalhernie (1) und Hämatom (siehe auch folgende Liste).

Eine Unterscheidung zwischen krankhaft veränderten Hoden und normalen Skrotalinhalt konnte bis auf zwei Fälle, immer getroffen werden. Eine richtige Artdiagnose konnte sonographisch bei 173 Patienten (85 %) gestellt werden. Bei 12 Patienten (5 %) war, zumindest bei der ersten Ultraschalluntersuchung des Hodens, keine sichere Zuordnung zu einem bestimmten Krankheitsbild möglich. Bei 20 Patienten (10 %) wurde sonographisch eine falsche Artdiagnose getroffen.

Bei den am Klinikum Großhadern durchgeführten Untersuchungen wurden in der Regel beide Hoden sonographiert. Es zeigte sich jedoch, daß sich die pathologischen Befunde, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur in einer Scrotalhälfte finden. Deshalb wurde bei der Auswertung der Ergebnisse aus unserem Krankengut darauf verzichtet, den klinisch und sonographisch unverdächtigen Hoden als richtig negativ zu werten. In den wenigen Fällen, wo etwa eine Hydrocele beidseitig bestand und sonographisch als solche erkannt wurde, wurde diese als nur ein Fall gezählt und bewertet.

Bei der Beurteilung der Sonographiebefunde standen den Untersuchern teilweise anamnestische Angaben aus der Krankengeschichte zur Verfügung, um so eine Zuordnung der Ultraschallbefunde zu bestimmten Krankheitsbildern zu erleichtern oder erst möglich zu machen. Als Beispiel sei hier nur das Hodentrauma angeführt mit Verdacht auf Parenchymdestruktion. Ohne die Vorgeschichte (Trauma) wäre eine Einordnung der gefundenen Ultraschallbefunde nicht möglich.

Die unterschiedliche Zahl von Patienten und Diagnosen erklärt sich dadurch, daß sonographisch entdeckte Nebenbefunde wie Hydrocele bei Tumorausschluß, oder Begleithydrocele bei Hodentumor, die dann später durch eine Operation bestätigt wurden, als zusätzliche Diagnose in die Auswertung mit einbezogen wurden. Diese Fälle sind aber in den Listen deutlich als Nebenbefunde gekennzeichnet.

8.2. Auflistung der Untersuchungsergebnisse nach Verdachtsdiagnosen

() die Fallangaben in Klammer sind schon in der vorangehenden Gesamtzahl enthalten. Diese Zahlen sind zur besseren Differenzierbarkeit der Fallzahlen mit angegeben.

pos. = positiver Befund
neg. = negativer Befund

| Verdachtsdiagnose | Sono | histologisch gesichert u. OP | Wahrscheinlichkeitsdiagnose lt. Ärztebrief | Sono-Diagnose richtig | falsch | Ø |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hydrocele und TU-Ausschluß (6) | 22 | 8 | 14 | 22 | -- | -- |
| als Nebenbefund bei anderen Verdachtsdiagnosen pos. | 16 | 4 | 12 | 16 | -- | -- |
| Spermatocele pos. | 5 | 1 | 4 | | | |
| neg. | 1 | 1 | -- | 6 | -- | -- |
| als Nebenbefund bei anderen Verdachtsdiagnosen pos. | 1 | -- | 1 | 1 | -- | -- |
| Varicocele als Nebenbefund bei anderen Verdachtsdiagnosen pos. | 6 | -- | 6 | 6 | -- | -- |
| Verwechslung von Hydrocele und Varicocele | 2 | -- | 2 | -- | -- | 2 |
| Hodentumor pos. | 54 | 51 | 3 | 41 | -- | 13 |
| neg. | 67 | 15 | 52 | 66 | -- | 1 |
| Parenchym nicht aufzufinden, Befunde nicht zu ordenbar | 1<br>2 | 3 | -- | -- | 3 | -- |
| Nebenhodentumor pos. | 1 | 1 | -- | -- | -- | 1 |
| neg. | 11 | 3 | 8 | 11 | -- | -- |
| Entzündung NH-Tumor: Entscheidung nicht möglich | 8 | 3 | 5 | -- | 8 | -- |

| Verdachtsdiagnose | Sono | histologisch gesichert u. OP | Wahrscheinlichkeitsdiagnose lt. Ärztebrief | Sono-Diagnose richtig | Sono-Diagnose Ø | Sono-Diagnose falsch |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Epididymitis pos. & TU-Ausschluß (5) | 16 | 2 | 14 | 16 | -- | -- |
| neg. | 3 | -- | 3 | 2 | -- | 1 |
| Orchitis pos. & Epididymitis (1) | 3 | -- | 3 | 3 | -- | -- |
| Entzündung mit Einschmelzung &/oder Nekrose pos. | 5 | 5 | -- | 5 | -- | -- |
| davon Hoden & Nebenhoden betroffen (4) | | (2 Fälle auch in der TU-Liste enthalten) | | | | |
| Sonderfälle | | | | | | |
| Scrotalhernie | 1 | 1 | -- | 1 | -- | -- |
| Trauma (Parenchymdestruktion) | 2 | -- | 2 | 2 | -- | -- |
| Hämatom (iatrogen) | 1 | -- | 1 | 1 | -- | -- |
| Hodentorsion | 4 | 3 | 1 | -- | -- | 4 |
| | | (1 Fall auch in der TU-Liste enthalten) | | | | |

Patienten : 206

Diagnosen : 229

(x) Zahlen sind berechnet ausgehend von Patientenzahl

(xx) Zahlen sind berechnet ausgehend von Diagnosezahl

| | | | Treffsicherheit | |
|---|---|---|---|---|
| richtige Sono-Aussage (Artdiagnose) | 198 (x) | 175 (xx) | 85 % (x) | 82 % (xx) |
| falsche Sono-Aussage (artdiagnose) | 20 (x) | 20 (xx) | 15 % (x) | 18 % (xx) |
| keine sichere Aussage möglich | 11 (x) | 11 (xx) | | |

Die Sensitivität, also die Fähigkeit der Untersuchung wirklich Kranke als solche zu erkennen liegt in dieser Untersuchungsreihe bei 98 %.
Die Spezifität, also die Fähigkeit der Untersuchung Gesunde als solche zu entdecken liegt bei 97 %.

8.2.1. Aufnahmesymptomatik Hodentumor

Ein suspekter Tastbefund war bei den meisten Patienten der Grund, weshalb unter der Verdachtsdiagnose Hodentumor (bzw. zum Ausschluß desselben) eine Ultraschalluntersuchung des Hodens durchgeführt wurde.

In ca. 70 % der Fälle waren die beobachteten und getasteten Veränderungen am Hoden nicht von Schmerzen begleitet. Schmerzhafte Veränderungen fanden sich nur in ca. 20 % der Fälle.

Aufnahmebefunde bei histologisch gesichertem Hodentumor

| Patienten | Fallzahl 37 | Prozentangabe |
|---|---|---|
| Suspekter Tastbefund ohne Schmerzen mit schmerzloser Schwellung | 26 (16) | 70 % (40 %) |
| Suspekter Tastbefund mit Schmerzen | 7 | 20 % |
| Gynäkomastie, Metastasen | 4 | 10 % |

Andere Untersucher, wie Gottesmann (20), fanden ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Beschwerdesympthomatik zum Aufnahmezeitpunkt. Diese anderen Untersuchungen zeigten, ebenso wie unsere eigenen Untersuchungen, daß eine schmerzlose Schwellung oder schmerzlose Induration des Hodens, als hochgradig verdächtig auf Hodentumor angesehen werden kann. Deshalb war diese Beschwerdesympthomatik auch der häufigste Grund, warum die Patienten einer sonographischen Untersuchung des Scrotalinhaltes zugeführt wurden. Eine Schmerzsympthomatik war weit weniger oft festzustellen.

## 8.3. Wertung der Sonobefunde

### 8.3.1. Scrotalinhalt ohne Hoden und Nebenhoden

Bezüglich der zystischen, extratestikulären Krankheitsbilder bestätigen die an der Universitätsklinik München gefundenen Ergebnisse, die anderer Untersucher. Mit Hilfe des Ultraschalls kann mit fast 100 %iger Sicherheit eine Hydrocele, Spermatocele oder Varicocele festgestellt, bzw. ausgeschlossen werden.

Von den sonographisch diagnostizierten 38 Hydrocelen konnten alle entweder durch eine Operation (12) oder klinisch laut Arztbrief (26) bestätigt werden. Das gleiche gilt für die Spermatocelen und Varicocelen.

In 16 Fällen konnte bei verdächtiger Scrotalschwellung der Verdacht auf einen Hodentumor ausgeräumt werden. In 10 Fällen konnte eine Hydrocele, in einem Fall eine Spermatocele und in 5 weiteren Fällen eine Varicocele als Ursache für diese Schwellung sonographisch diagnostiziert und bestätigt werden.

Beim Vorliegen von Begleithydrocelen (2) bei Hodentumor konnten die vorliegenden Veränderungen am Hoden sicher diagnostiziert werden.

### 8.3.2. Traumen

Bei zwei Traumen, die aus unserem Patientengut untersucht wurden, konnte die vorhandene Parenchymdestruktion erkannt werden. Die Deutung, daß es sich hier um eine Parenchymdestruktion mit Einblutungen handelte, war allerdings nur im Zusammenhang mit der Krankengeschichte möglich.

Die Parenchymeinrisse waren an echodichten Zonen (linienartig) zu erkennen. Die noch nicht organisierte Blutung stellt sich als echofreie Zone dar, die den Hoden umgibt, entsprechend dem Bild einer Hydrocele (zystische Raumforderung).

8.3.3. Hernie

Der Nachweis einer Scrotalhernie mit Begleithydrocele bei einem Patienten gelang mit Hilfe der Sonographie. Die Diagnose wurde histologisch bestätigt. Bei der Ultraschalluntersuchung zeigte sich solides Gewebe im Scrotum.

8.3.4. Hodentorsion

Bei den vier Patienten, die mit Zustand nach Hodentorsion zur Sonographie kamen, konnte kein charakteristisches Ultraschallbild gefunden werden, zumal zwei Fälle schon einen langen Verlauf hatten und eine hämorhagische Parenchymnekrose bzw. ein chronisches Ödem zeigten. Beide Fälle wurden als Hodentumor fehlinterpretiert.

Bei den Torsionen, die mit kurzer anamnestischer Sympthomatik zur Untersuchung kamen, konnten ebenfalls nicht als Torsionen diagnostiziert werden. Bei einem Fall fand sich keine Abweichung des Echomusters gegenüber dem normalen Hoden.

Bei dem zweiten Patienten wurde aufgrund des Sonographiebefundes eine Hodenfreilegung vorgenommen. Der gefundene verdächtige sonographische Befund ließ sich dann aber auch hier auf eine schon beginnende hämorhagische Hodennekrose zurückführen.

8.4.5. Nebenhoden

a) Entzündungen

Bei den Erkrankungen, die den Nebenhoden betrafen, konnten die Diagnosen, zumindest bei der ersten US-Untersuchung, nicht immer mit letzter Sicherheit gestellt werden. Dies liegt zweifelsohne an der Kleinheit des Organs und der schon primär nur geringen Echohomogenität.

So konnte in 8 Fällen die Entscheidung, ob eine tumoröse oder eine entzündliche Veränderung vorliegt, sonographisch nicht getroffen werden. Das Ultraschallbild zeigte in diesen zweideutigen Fällen eine diffuse Auflockerung des Binnenechomusters mit hyper- und hyporeflektierenden Bezirken, wie sie auch bei malignen Prozeßen in der Literatur beschrieben wird.

In zwei dieser Fälle konnte in Verbindung mit der Krankengeschichte, nach Anfertigen eines Kontrollsonos, die Veränderung im Nebenhoden dem entzündlichen Formenkreis zugeordnet werden.

16 Fälle von Nebenhodenentzündungen konnten in Kenntnis der Klinik richtig diagnostiziert werden, zwei davon wurden histologisch abgeklärt. Die restlichen 14 Fälle heilten nach Antibiotikagabe bzw. konservativer Behandlung ab, womit die Diagnose als bestätigt angesehen werden kann. In zwei Fällen konnte auch sonographisch eine Rückbildung der Entzündungszeichen dokumentiert werden.

b) Nebenhodentumor

Bei den 12 Patienten, die mit der ausschließlichen Fragestellung nach einem Nebenhodentumor sonographiert wurden, konnte in 11 Fällen der Verdacht ausgeräumt werden. Drei Fälle davon sind histologisch abgesichert.

Bei dem letzten Patienten, der unter anderem auch an einem epithelialen Karzinom litt, wurde ein Tumorverdacht geäußert, der aber bei einer späteren Operation und der histologischen Aufarbeitung des Materials nicht bestätigt werden konnte. Histologisch handelte es sich um eine Fibrose mit begleitendem Ödem.

8.3.6. Hoden

a) Entzündung und Abszendierung

Drei Fälle von Orchitis, davon ein Fall mit zusätzlicher Epididymitis konnten sonographisch richtig diagnostiziert werden. Diese Fälle heilten unter konservativer Behandlung aus.

Im untersuchten Patientengut fanden sich fünf Fälle, wo es im Rahmen entzündlicher Prozeße, nach alten Torsionen, bzw. nach einer Thrombose zu Einschmelzungen und Abszendierungen des Hodenparenchyms kam. In vier Fällen waren dabei sowohl Hoden wie Nebenhoden betroffen. Die Abszendierungen wurden alle bei der Sonographie erkannt und konnten histologisch bestätigt werden.

b) Hodentumore

Die verschiedenen Tumorarten, die bei uns zur sonographischen Untersuchung gelangten, zeigten kein für die einzelnen Tumorarten spezifisches Echomuster. Die gefundenen Echomuster konnten auch nicht immer sicher gegen die Echomuster anderer krankhafter Veränderung des Hodens (z.B. entzündliche Prozeße und Fibrosen) abgegrenzt werden.

In der Regel zeigten die Seminome eine relativ glatte Begrenzung gegenüber dem Hodenparenchym. Die Teratome dagegen zeigten meist eine unscharfe Abgrenzung gegenüber dem Parenchym.

## 9. Ergebnisse und Befunde bei sonographischen Verdacht auf Hodentumor bzw. sonographischen Ausschluß eines Hodentumors

### 9.1. Histologische Ergebnisse, Spezifität, Sensibilität

Sonographie mit Histologie: 69

| | | |
|---|---|---|
| maligne Tumore | | 37 |
| davon: Seminom | 17 | |
| : Teratom | 11 | |
| : gemischte Tumore - Teratom und Seminom | 7 | |
| : Lymphom maligne | 2 | |
| seminaligne Tumore (Leyding Zell-Tu) | | 2 |
| nicht neoplastiche Veränderungen | | 12 |
| davon: Epidermoidzyste | 4 | |
| : Fibrose, Nekrose | 8 | |
| normales Hodenparenchym | | 15 |
| nicht beurteilbare Befunde | | 3 |

Bei der näheren Untersuchung der falsch positiven Befunde (n = 13) hinsichtlich der Diagnose eines Hodentumors hat es sich bei der histologischen Aufarbeitung des Operationsresektate gezeigt (siehe auch 9.4.), daß in 12 von 13 Fällen Fremdgewebe (Epidermoidzyste) oder stark verändertes Gewebe (Fibrose, Nekrose) im Hoden vorgelegen hat. Nur 1 Fall (Z,n. Varicocelen OP) zeigte kein verändertes Hodenparenchym. Des weiteren kann festgestellt werden, daß nur in einem Fall ein pathologischer Befund fehlinterpretiert wurde (falsch, negativ siehe 9.3.6.).

Im ganzen untersuchten Patientenkollektiv finden sich nur noch zwei weitere Fälle wo ein pathologischer Befund nicht erkannt wurde. Ein Fall, falsch negativ bei Epididymitis, ist aber histologisch nicht weiter abgeklärt worden. Im zweiten Fall konnte bei einer Hodentorsion, mit kurzer Anamnese, sonographisch kein pathologischer Befund festgestellt werden.
Das entspricht einer Sensivität von 98 % auf das Gesamtkollektiv umgerechnet.
Ebenso fanden sich im Gesamtkollektiv nur zwei Fälle wo ein o.B.-Befund als falsch positiv (sihe 9.5.) interpretiert wurde; was einer Spezifität im Gesamtkollektiv von 97 % entspricht.

Sonographie-Befunde mit Histologie: 69
(Fragestellung Hoden TU)

| Artdiagnose | |
|---|---|
| richtig positiv | 38 |
| falsch negativ | 1 |
| richtig negativ | 14 |
| falsch positiv | 13 |
| Zuordnung bzw. Beurteilung nicht mögl. (siehe 9.2.) | 3 |
| | 69 |

Sensitivität der US-Untersuchung bei der Fragestellung Hoden-TU.

| | | | Sensitivität |
|---|---|---|---|
| neoplastische Prozeße erkannt | r(+) | 38 | 97 % |
| neoplastiche Prozeße nicht erkannt | f(-) | 1 | |

Spezifität der US-Untersuchung

| | | | |
|---|---|---|---|
| o.B. Befunde erkannt | r(-) | 66 | 83 % |
| Verdacht auf neoplastische Veränderungen geäußert bei benignem Krankheitsbild (siehe 9.4.) | f(+) | | |

9.2. Ergebnisinterpretation bei nicht eindeutig zuordenbaren Sonographie-Befunden

In drei Fällen konnte, auch unter Mitberücksichtigung der Krankheitsgeschichte, der Sonographiebefund nicht mit genügend großer Sicherheit als benigne oder maligne Veränderung beurteilt werden, bzw. eine Artdiagnose gestellt werden.

9.2.1. In einem Fall konnte, durch Artefakte bedingt, kein Hodenparenchym abgegrenzt werden. Bei der Freilegung des Hodens wurde eine verkalkte Hydrocele gefunden, die teilweise fest mit dem Hoden verwachsen war.

Sonographisch stellte sich der rechte Scrotalinhalt als echofreie Zone dar, die Parenchymstruktur des Hodens konnte nur in vereinzelten, kleinen Bezirken dargestellt werden. Eine sonographische Beurteilung des Hodens war dadurch nicht möglich.

Abb. 15:
Verkalkte Hydrocele

Das Hodenparenchym läßt sich sonographisch, bedingt durch Artefakte, nicht darstellen.

9.2.2. Im zweiten Fall fand sich nach der pathohistologischen Aufarbeitung des Operationspräparates ein hämorhagischer Hodeninfarkt mit chronischer Entzündung, wahrscheinlich als Folgezustand einer alten Hodentorsion.

Sonographisch zeigte sich eine teils solide, teils liquide Raumforderung, die schlecht gegenüber gesundem Hodenparenchym abgrenzbar war. Das Hodenparenchym selbst war im sonographischen Bild aufgelockert. Ähnliche sonographische Befunde zeigen sich auch bei Teratomen und anderen Neoplasien des Hodens. Ebenso kann ein ähnliches Bild bei einer einschmelzenden Orchitis beobachtet werden. Eine Zuordnung war also sonographisch nicht möglich.

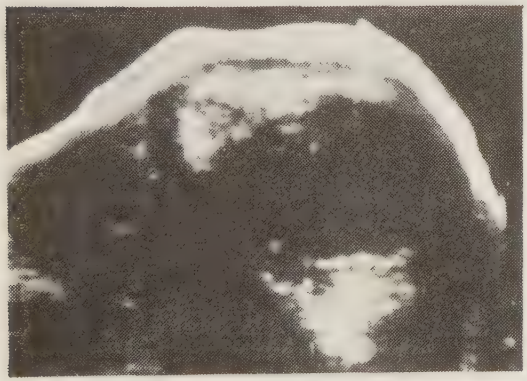


Abb. 16:
Hämorhagischer Hodeninfarkt

Im Sonogramm zeigt sich eine teils solide, teils liquide Raumforderung mit aufgelockertem Hodenparenchym

9.2.3. Im dritten Fall kam ein Leistenhoden zur Untersuchung, der sich relativ echoarm darstellte. Das Parenchymmuster war nicht homogen, der Hoden war also deutlich verändert.

Bei der histopathologischen Aufarbeitung des entfernten Hodens, konnte aber kein Malignom nachgewiesen werden, sondern nur leichte fibrotische Veränderungen.

Abb. 17:
Leistenhoden

Das Sonogramm zeigt ein relativ inhomogenes und relativ echoarmes Gewebe

9.3. Sonographische Charakterisierung der einzelnen Tumorarten

Den einzelnen Tumorarten konnten gewisse Ultraschallmuster zugeordnet werden, die sich aber nicht in jedem einzelnen Fall bestätigen ließen. Diese Echomuster waren auch nicht so charakteristisch, daß sie eine sichere Unterscheidung zu anderen Krankheitsbildern zuließen (siehe falsch positive Befunde).

9.3.1. Teratome

Bei den Teratomen konnte einer oder mehrere Bezirke mit verminderter, meist inhomogener Echogebung gefunden werden. Diese Zonen waren fast immer unscharf vom Hodenparenchym abegrenzt. Teilweise zeigte auch das Hodenparenchym selbst eine Störung des Binnenechomusters (aufgelockertes Parenchym, inhomogenes, unruhiges Echomuster). Teilweise zeigten sich sowohl zystische als auch solide Gewebsveränderungen (vermehrte Echos). In zwei Fällen war das gesamte Hodenparenchym destruiert; ein Echomuster, das dem normalen Hodenparenchym entsprochen hätte, konnte nicht mehr gefunden werden.

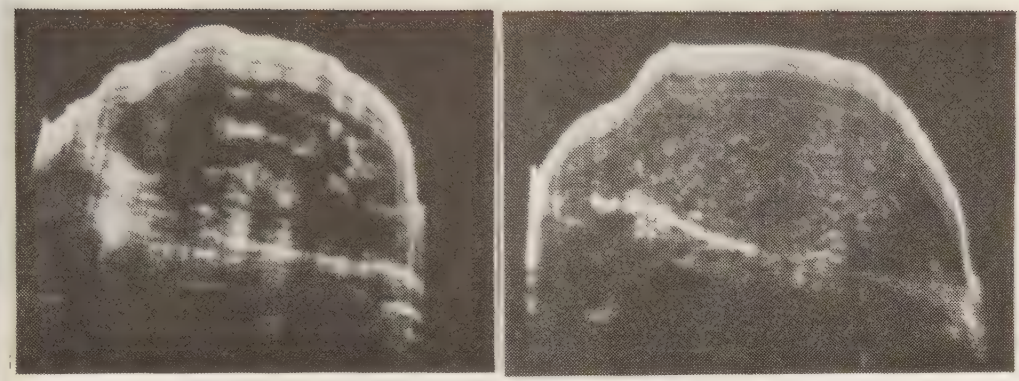


Abb.18: Teratom

Im Vergleich zum rechten unveränderten Hoden zeigt der linke, sonographisch vergrößerte Hoden, teils zystische, teils solide Gewebsveränderungen. Normales Parenchym stellt sich nicht mehr dar.

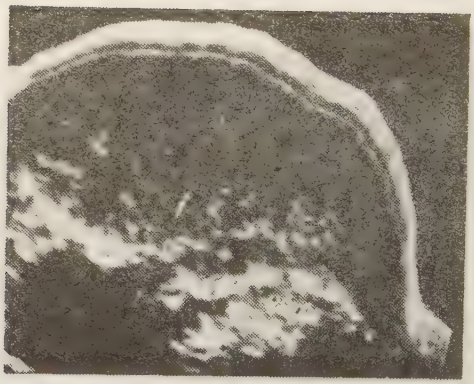
9.3.2. Kombinations-Tumore

Die Kombinationstumoren bieten sonographisch ein buntes Bild. Gemeinsamkeiten im sonographischen Bild konnten, mit Ausnahme der Echoarmut, nicht gefunden werden.

Bei den Kombinationstumoren konnten echoarme und echolose Zonen gefunden werden, die teilweise das ganze Hodengewebe ersetzt hatten. Es wurden teils solide, teils zystische Raumforderungen gesehen. Diese Bezirke waren teilweise relativ glatt begrenzt, teilweise unscharf abgegrenzt.

9.3.3. Seminom

Beim Seminom fanden sich in der Regel relativ scharf begrenzte, echoarme Bezirke. Aber auch hier konnten in einzelnen Fällen echoreiche Strukturen gefunden werden. Zystische Anteile wurden nicht beobachtet.



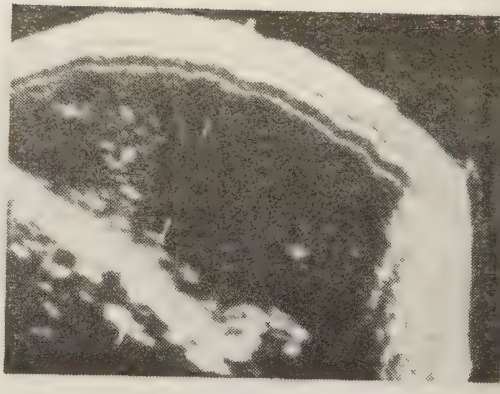
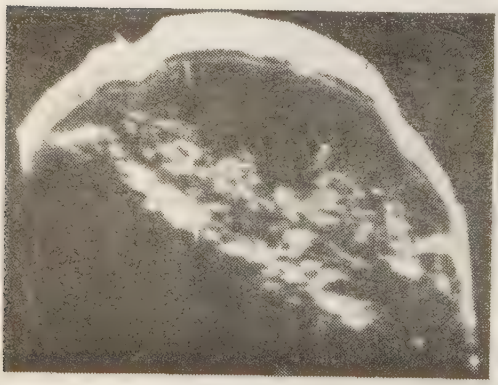


Abb.19: Seminom

Im Vergleich zum linken Hoden ist der rechte Hoden, bis auf einen kleinen Restanteil normalen Hodenparenchyms, fast völlig destruiert und durch echoarme Strukturen ersetzt.



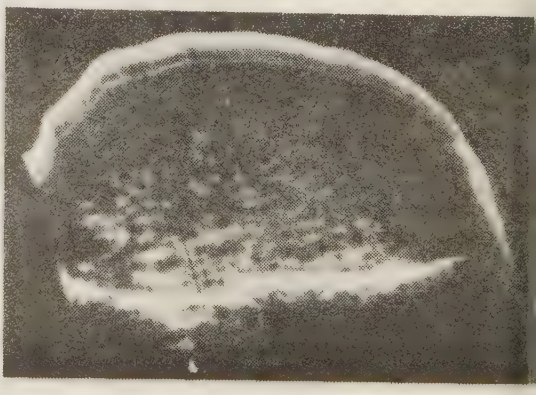


Abb.20: Seminom

Im Vergleich zum rechten Hoden, der außer einer kleinen Hydrocele unauffällig ist, zeigt der linke Hoden sonographisch eine zentrale echoarme Raumforderung, die realtiv gut begrenzt ist. Das Hodenparenchym selbst stellt sich zerrissen dar.

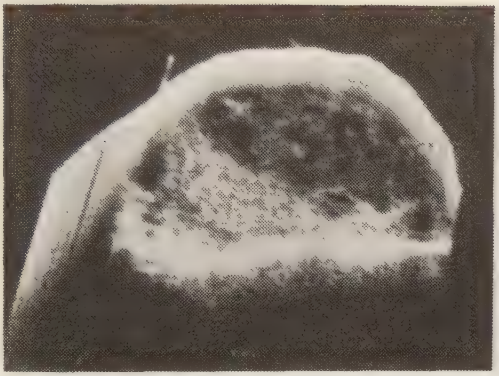


Abb.21: Seminom

Man sieht sonographisch einen ca 4 x 2 cm großen Tumor mit relativ echoarmen Strukturen, der relativ gut begrenzt erscheint.

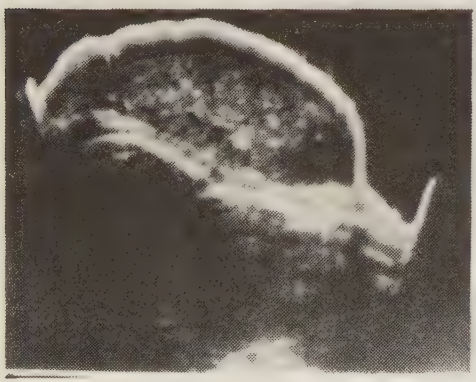


Abb.22: Seminom

Man erkennt sonographisch einen soliden, relativ gut begrenzten tumorösen Prozeß im dargestellten Hoden.

9.3.4. Lymphome

Die beiden Lymphome, die in unserem Untersuchungsgut vorkamen, zeigten eine diffuse, aufgelockerte Struktur, die den ganzen Hoden durchsetzte (vollständige Destruktion des Hodenparenchyms). Das Scrotum war ausgefüllt mit echoarmen, aber nicht ganz echofreiem Gewebe. Ein Tumor konnte nicht abgegrenzt werden.

9.3.5. Zwischenzell-Tumoren

Bei den zwei Leyding-Zell-Tumoren zeigten sich relativ gut begrenzte, solide Infiltrationen des Hodens.

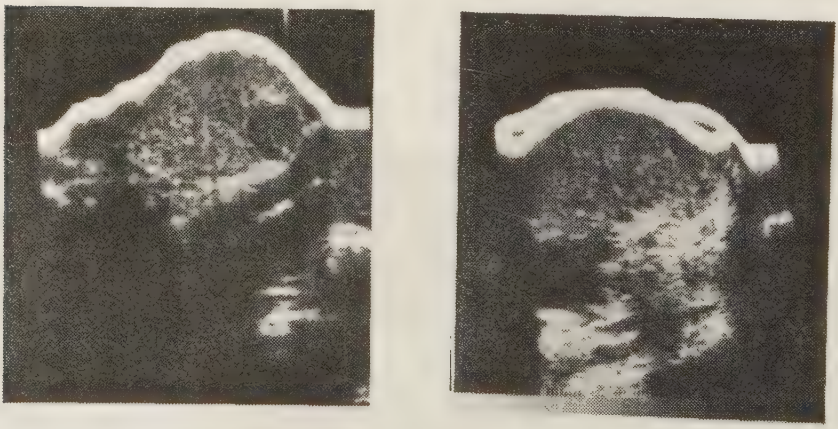


Abb.23: Leyding-Zell-Tumor

Im Vergleich zum rechten unauffälligen Hoden zeigt sich sonographisch im linken Hoden am oberen Hodenpol ein solider, gut begrenzter, ca. 2cm großer Tumor.

9.3.6. Sonographisch nicht erkannter Tumor

In einem Fall wurde bei Verdacht auf Hodentumor, sonographisch eine falsch negative Aussage gemacht. Die im Ultraschall gefundenen Veränderungen wurden als entzündlicher Prozeß im Nebenhodenbereich fehlinterpretiert.

Sonographisch zeigten sich im Bereich des Nebenhodens vermehrte Echos, am oberen Hodenpol kam eine relativ gut begrenzte, echoarme Zone mit inhomogenen Binnenechomustern zur Darstellung. Histologisch wurde im operativ entfernten Hoden ein Seminom gefunden.

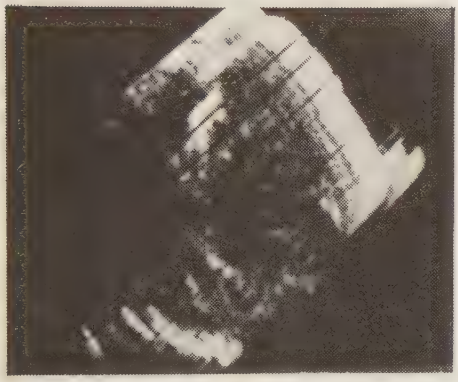


Abb.24:

Die sonographisch erkennbare echoarme Zone am oberen Hodenpol mit inhomogenen Binnenechomuster des Hodens wurde als entzündlicher Prozeß fehlinterpretiert.

9.4. Aufschlüßelung der falsch positiven Ergebnisse (Artdiagnosen) bei sonographisch geäußertem Tumorverdacht nach Art der pathologischen Veränderungen. Alle Fälle sind histologisch abgesichert.

| | | |
|---|---|---|
| Falsch positive Befunde | | 13 |
| Epidermoidzyste | | 4 |
| - mit entz. Einschmelzung | 1 | |
| - mit älterer Blutung | 1 | |
| Fibrose (chron,fibr.Entz.) | | 6 |
| - und Atrophie | 2 | |
| - und Atrophie und ischämische Nekrose | 1 | |
| Z.n. Hodentorsion | | 2 |
| - hämorhagische Hodennekrose | 1 | |
| - Fibrose | 1 | |
| normales Hodenparenchym | | 1 |
| - Z.n. Varicocelen-OP | 1 | |

9.4.1. Epidermoidzyste

Bei den vier Epidermoidzysten bei denen sonographisch ein Tumorverdacht geäußert wurde, konnte auch palpatorisch eine Verhärtung am Hoden gefunden werden, wie sie bei Malignomen vorkommt.

Sonographisch stellte sich die Epidermoidzyste als relativ scharf begrenzte, gegen das normale Hodengewebe gut abgrenzbare Raumforderung dar. In zwei Fällen fanden sich sowohl liquide wie solide Raumforderungen. Dabei zeigten sich hypo- und hyperreflektierende Areale innerhalb der gut abgegrenzten Raumforderung.

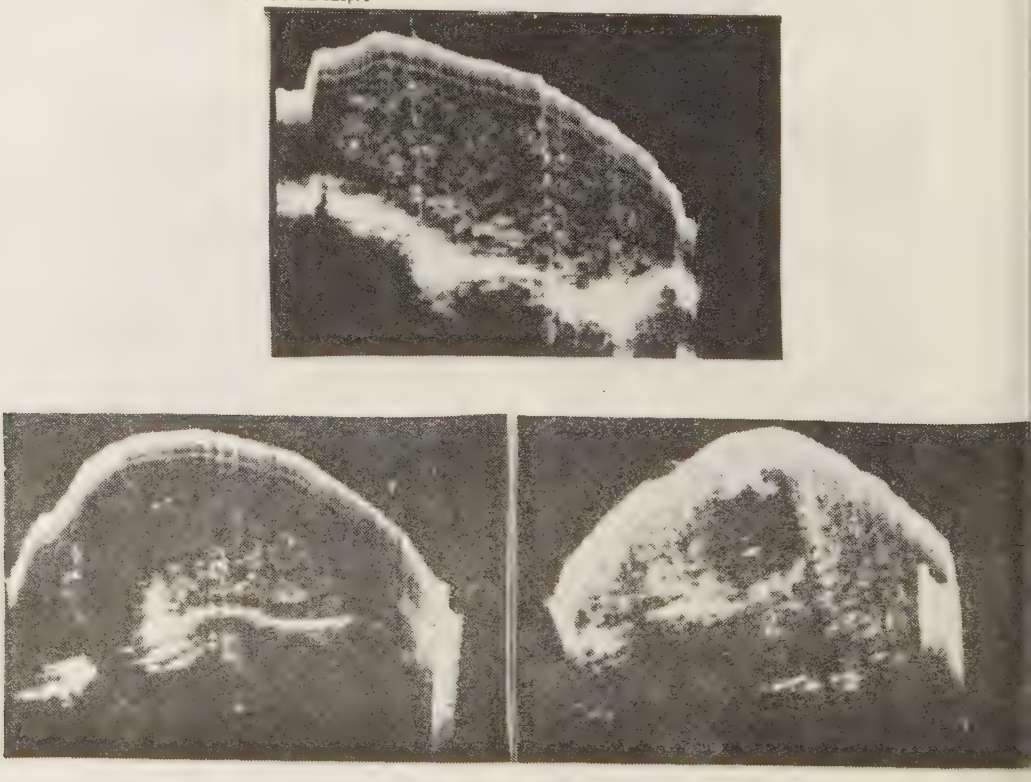


Abb.25: Epidermoidzyste

Im Vergleich zum sonographisch unauffälligen rechten Hoden zeigt der linke am cranialen Hodenpol einen soliden, raumfordernden Prozeß mit einem Durchmesser von etwa 1,5 cm.

9.4.2. Fibrotische Veränderungen

In sechs weiteren Fällen, die sonographisch einen Tumorverdacht begründet hatten, wurde fibrotisch verändertes Hodengewebe gefunden, das teilweise noch zusätzlich atrophisch war. Auch hier konnten palpatorisch verdächtige Resistenzen bzw. derbe Hoden getastet werden.

Sonographisch wurden unscharfe, echoarme Bezirke gefunden, die schlecht vom Hodenparenchym abgrenzbar waren. Teilweise waren sowohl zystische (echoarme) als auch solide (echoreiche) Raumforderungen zu sehen, die unregelmäßig konturiert waren. Es findet sich hier ein sonographisches Bild, das ebenso bei malignen Hodentumoren gefunden wird.

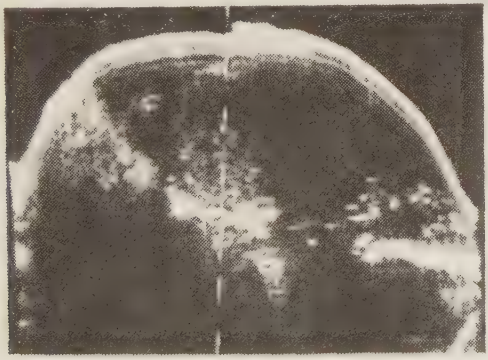


Abb.26: Fibrotische Veränderungen

Sonographisch stellt sich am cranialen Rand des Hodens eine unscharfe echoärmere Struktur dar, die sich nicht deutlich vom Hoden abgrenzen lät.

9.4.3. Z.n. Hodentorsion

Bei zwei weiteren Patienten wurde ebenfalls sonographisch der Verdacht auf Hodentumor geäußert. Histopathologisch handelte es sich um Zustände nach Hodentorsion. Beim ersten Patienten lag bereits eine hämorhagische Hodennekrose vor, die sonographisch hoch tumorverdächtig war.

Auf dem Ultraschallbild ließ sich kaum noch normales Hodenparenchym finden; der größte Teil des Hodens war durch echoarme oder echoleere Zonen ersetzt.

Beim zweiten Patienten fand sich am unteren Hodenpol eine Zone aufgelockerten Parenchyms, die stark tumorverdächtig war. Bei der histologischen Aufarbeitung zeigte sich eine weitgehende Nekrose des Hodens mit fibrosierender Entzündung, wahrscheinlich als Folgezustand einer alten Hodentorsion.

9.4.4. Kein pathologischer Befund

In einem anderen Fall (Z.n. Varicocelen-Operation) wurde sonographisch ein Tumorverdacht geäußert, da man eine unruhige Parenchymstruktur beiderseits fand, sowie links eine unregelmäßig begrenzte Zone verminderter Echogebung mit inhomogenem Echomuster. Diese Zone läßt sich in den meisten Schnitten nicht scharf von normalen Hodengewebe abgrenzen.

Histo-pathologisch konnte für diese sonographisch verdächtige Zone kein Korrelat gefunden werden. Es zeigte sich normales Hodengewebe mit normaler Spermiogenese.

9.5. Fehldiagnostizierter Nebenhoden-Tumor

In einem Fall wurde bei Verdacht auf Nebenhodentumor oder Nebenhodenentzündung sonographisch ein Tumor diagnostiziert, der sich bei der späteren Aufarbeitung des Operationspräparates als chronisch fibrosierende Epididymitis herausstellte.

Sonographisch zeigte sich am caudalen Hodenpol eine dorsal gelegene, ausgeprägte Binnenechoverdichtung mit inhomogener Struktur, die den Hoden infiltrierte und nicht scharf abzugrenzen war.

9.6. Zuordnung Tumor-Entzündung nicht möglich

Bei den Patienten, bei denen sonographisch keine Zuordnung der Befunde zum entzündlichen oder tumorösen Formenkreis möglich war, konnten sonographisch ähnliche Echomuster beobachtet werden, wie bei dem fehldiagnostizierten Patienten (siehe 9.5.).

Auch hier ließ sich ein verdichteter Nebenhoden darstellen, der ein inhomogenes Binnenechomuster aufwies, teilweise fanden sich aber auch Nebenhoden, die echoarme Strukturen aufwiesen. In der Literatur werden Nebenhodentumore beschrieben, die im sonographischen Bild ein vergleichbares Echomuster aufwiesen. Deshalb war hier für die Untersucher eine sichere Unterscheidung zwischen Nebenhodenentzündung und Nebenhodentumor nicht möglich.

Abb.27:

Es zeigen sich hier verdichtete Echostrukturen im Bereich des Nebenhodens mit inhomogenen Binnenechomustern.

9.7. Einschmelzungen des Nebenhoden- oder Hodengewebes

Einschmelzungen im Hoden und/oder Nebenhoden konnten in allen Fällen sonographisch erkannt bzw. bestätigt werden.

Bei vier Fällen traten diese Einschmelzungen im Rahmen eines entzündlichen Geschehens auf.

Sonographisch zeigte sich der Hoden und/oder Nebenhoden vergrößert mit aufgelockerter Echostruktur. Teilweise entsprechen diese Veränderungen einer Parenchymdestruktion. Der Hoden war von echoarmen Bezirken durchsetzt, die meist unscharf begrenzt waren.

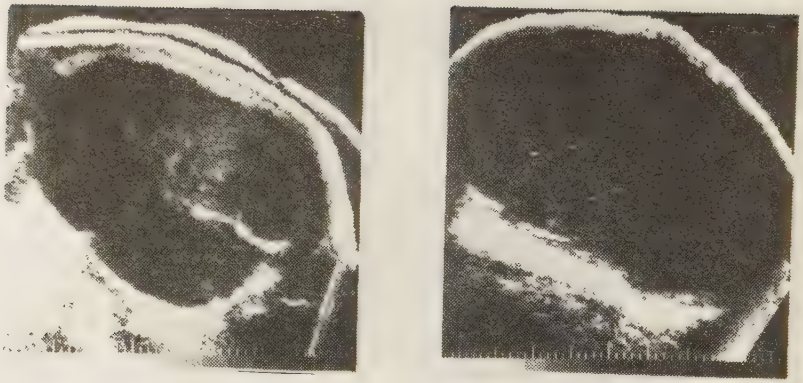


Abb.28:

Sonographisch zeigten sich Abszeßbildungen im Hoden als echoarme Bezirke, wobei das Restparenchym oft aufgelockerte Echostrukturen zeigte.

Beim fünften Fall kam es als Folge einer Venenthrombose zur hämorrhagischen Nekrose mit Einschmelzungen.

Sonographisch war das Hodenparenchym destruiert mit zahlreichen hypo- und hyperreflektierenden Bezirken.

## 10. Diskussion

Trotz der leichten Zugänglichkeit des Hodens, Nebenhodens und des Scrotums durch Inspektion, Palpation und Transillumination ergeben sich manchmal Schwierigkeiten einer exakten Diagnosestellung, vor allem hinsichtlich der Diagnose eines Hodentumors.

Das führt nach Beobachtungen von Seib (58) dazu, daß bis zu 60 % der Patienten mit Hodentumor unter einer falschen Diagnose im Krankenhaus vorgestellt werden.

Somit wäre ein diagnostisches Verfahren notwendig, das schnell und einfach durchzuführen, nicht invasiv und schmerzlos ist und damit die Entscheidung erleichtern würde, ob ein abwartendes Verhalten gerechtfertigt ist,oder eine beschleunigte operative Freilegung des Hodens erforderlich ist.

So können etwa nicht transilluminierende Hydrocelen, gemeinsames Auftreten von Hydrocelen und testikulären Prozeßen, ebenso wie die Unterscheidung zwischen testikulärem oder extratesticulärem Sitz einer Veränderung in der Differenzialdiagnose Probleme aufwerfen.

Auch wird in der Literatur von Fällen berichtet, wo nur die retroperitonealen Metastasen eines Seminoms klinisch aufgefallen sind, ohne daß palpatorisch ein auffälliger Befund am Hoden erhoben werden konnte. Erst die Sonographie konnte den kleinen Primärtumor am Hoden aufdecken (50).

Entsprechend auch den Berichten anderer Untersucher (siehe Tabelle) konnte mit Hilfe der Ultraschalldiagnostik sicher und einfach zwischen zystischen und soliden Veränderungen des Scrotalinhaltes unterschieden werden. Ebenso können intratesticuläre von extratesticulären Veränderungen mit großer Sicherheit unterschieden werden.

Als sonographischer Ausgangsbefund ist das homogene Binnenechomuster des normalen Hodens anzusehen. Veränderungen des Hodens zeigen immer eine Veränderung dieses homogenen Echomusters, so daß beim Vorliegen dieses normalen Echomusters eine krankhafte Veränderung des Scrotalinhaltes mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Eine Ausnahme davon finden wir in der frühen Phase der Hodentorsion, wo sonographisch nach unseren Erfahrungen,(wie auch der meisten anderen Untersucher), keine Änderung des normalen Echomusters festzustellen ist.

Trotz der relativ sicheren Zuordnung der Veränderungen zum intra- oder extratesticulärem Raum, konnten die sonographisch gefundenen Echomuster nicht immer mit Sicherheit einer bestimmten pathologischen Diagnose zugeordnet werden.

Ebenso konnten für die verschiedenen Hodentumoren keine sicher charakteristischen Echomuster gefunden werden. Meist stellten sich die Seminome und die Leyding Zell Tumoren aber doch als relativ gut abgrenzbare Zonen verminderter Echogebung dar, während die Teratome meist ein ganz unregelmäßiges Echomuster zeigten, sowohl mit Zonen vermehrter als auch mit Zonen verminderter Echogebung.

Besondere Probleme traten teilweise bei der Differentialdiagnose Tumor oder Entzündung auf, da beide Veränderungen dasselbe Echomuster aufweisen können (u.A. hyperreflektierende Zonen). Schwierigkeiten traten dabei besonders im Bereich des Nebenhodens auf, der schon aufgrund seiner Kleinheit und seiner von Natur aus etwas inhomogenen Echogebung schwierig zu beurteilen ist.

Nicht bösartige Veränderungen des Hodens (z.B. Epidermoidzyste) wurden teilweise als Malignom fehlgedeutet, da sie ähnlich dem Seminom relativ gut begrenzte Zonen verminderter Echogebung im Ultraschallbild zeigten. Es konnten keine Zeichen im Ultraschallbild gefunden werden, die eine sichere Zuordnung benigne-maligne erlauben.

Wie bereits angedeutet, werden bei der Hodentorsion erst sonographische Veränderungen festgestellt, wenn der Hoden bereits stark oder irreversibel geschädigt war. Mit Ausnahme von Winston(70), konnten auch andere Untersucher keine sonographischen Hinweise auf ein Frühstadium der Hodentorsion entdecken.

Bei Hodentraumatas war eine Einordnung der sonographischen Befunde nur möglich unter Kenntnis der Krankengeschichte und der klinischen Befunde, da Zonen dichter Echogebung, die für eine Parenchymruptur bzw. eine Hämorhagie sprechen, auch bei vielen anderen Krankheitsbildern des Hodens vorkommen können (3).

10.2. Vergleich der Aussagekraft verschiedener instrumenteller Untersuchungsmethoden, die zur Differentialdiagnose von Hodenaffektionen verwendet werden.

Sensitivität (abs. Nachweisempfindlichkeit) der einzelnen Untersuchungen

| | Tumor | Entzündung | Torsion (Frühstadium) | Varicocele Hydrocele Spermatocele |
|---|---|---|---|---|
| Sonographie | + | + | - | + |
| Doppler US | - | + | + | - |
| Thermographie | + | + | + | + |
| Szintigraphie | - | + | + | - |
| Radiographie von Mikroverkalkungen | + | (-) | - | - |
| AFP und beta HCG | (+)(1) | - | - | - |

(1) = gesamt ca 50 %, da ohne Seminom (i.d.R. Keine Hormon produktion)

( ) = eingeschränkt sensitiv (<50 %)

Spezifität der einzelnen Untersuchungsmethoden (differentialdiagnostische Unterscheidung der einzelnen Krankheitsbilder)

| | Tumor | Entzündung | Torsion (Frühstadium) | Varicocele Hydrocele Spermatocele |
|---|---|---|---|---|
| Sonographie | + | + | - | + |
| Doppler US | - | + | + | - |
| Thermographie | - | - | - | - |
| Szintigraphie | - | + | + | - |
| Radiographie von Mikroverkalkungen | + | - | - | - |
| AFP und beta-HCG | (+)(1) | - | - | - |

(1) = gesamt ca. 50 %, da ohne Seminom (i.d.R. keine Hormonproduktion)

( ) = beschränkt spezifisch

Die Tabelle zeigt, daß bei einer Veränderung des Hodens (Ausnahme VD : Hodentorsion) die Sonographie das Mittel der Wahl zu einer Differentialdiagnose ist vor allem wegen seiner relativ hohen Spezifität für die einzelnen Krankheitsbilder, verglichen mit anderen Untersuchungstechniken.

So läßt sich z.B. mit der Thermographie, bei einer hohen absoluten Nachweisempfindlichkeit, doch etwa nicht zwischen tumorösen oder vaskulären Prozeßen differenzieren, das heißt, die Spezifität dieser Untersuchungsmethode für die Differentialdiagnose ist gering.

Bei Hydrocele, Spermatocele und Varicocele ist die Sonographie die einzige instrumentelle Methode, um eine sichere Diagnose zu stellen (bei anfangs unklaren Befund).

Nach Durchsicht der verfügbaren Literatur und nach Auswertung der Ergebnisse der Radiologischen Klinik der LMU zeigt sich die Ultraschalldiagnostik des Hodens als nützliche Ergänzung herkömmlicher Untersuchungsmethoden bei vergrößertem und/oder schmerzhaften Scrotum.

10.3. Besondere Bedeutung der Sonographie:

Die Bedeutung liegt in:

1. Der Differenzierung von extra- und intratesticulären Veränderungen

2. Der Differenzierung von zystischen und soliden Veränderungen

3. Der Feststellung vom gleichzeitigen Vorhandensein verschiedener Veränderungen (z.B. Hoden-TU mit Begleithydrocele

4. Zum Stellen der Operationsindikation bei Hodentraumen und bei Einschmelzung (Abszendierung) von entzündlichen Veränderungen

5. Der guten Treffsicherheit ( 85 % )

6. Der Tumordiagnostik des Hodens, da krankhafte Veränderungen fast immer erkannt werden (hohe Sensitivität)

10.4. Aufstellung der Ergebnisse anderer Untersucher zum Thema: Ultraschalldiagnostik des Hodens

| Autor | Zahl der untersuchten Fälle | Technik | Richtigkeit d. US-Diagnosen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Miskin (1975) | n = 59<br>TU = 2 | Picker ultrascope 5 MHz, bistabil | ( 100 % ) | Infertilitätsuntersuchung, nur in 5 Fällen mit pathologischen Befund, TU erkannt |
| Shawker (1976) | n = 14<br>TU = 0 | Echo-view VI B scanner 2,25 MHz bistabil | ( 100 % ) | In 6 Fällen können die Hoden bei Inguinalregression bzw. Hydrocelen nicht erkannt werden, fast nur Hydrocelen |
| Miskin (1977) | ? | 5 MHz, bistabil | -- | nur Fallstudien, Unterscheidung, TU-Orchitis nicht möglich |
| Gottesmann (1977) | n = 27<br>54 Tests<br>TU = 6 | 5 MHz, greyscale | 96 % | Prozentangabe auf die 54 Tests bezogen |
| Kohiri (1977) | n = 18<br>TU = 3 | Hewlett Packard INC 2,25 MHz, bistabil | ca.87 % | Falschdiagnosen bei Hodentorsion |
| Saithoh (1977) | n = 9<br>TU = 5 | SS D-60, 2,25 MHz, (Aloka Co.) | ca.88 % | Fälle mit akuter Scrotalschwellung mit US-Dopplersonde untersucht |

| Autor | Zahl der untersuchten Fälle | Technik | Richtigkeit d. US-Diagnosen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Scample (1978) | n = 55<br>110 Testes<br>TU = 0 | Picker 80 L, grey scale, 5 MHz compound scanner Ø 7 mm | 81 % | |
| Staehler (1978)<br>Gebauer | n = 62<br>TU = 12 | Picker 80 L, compound, 5 MHz, Ø 6,4 mm | ? | 11 von 12 Tumoren erkannt |
| Winston (1978) | n = 20<br>TU = 0 | Picker EDC, 10 MHz und 5 MHz, real time | (100 %) | alle Fälle von Hodentorsionen erkannt, kein TU |
| Szabo (1978) | n = 18<br>TU = 4 | 1 MHz, bistabil | ca. 87 % | TU erkannt |
| Peterson (1979) | n = 1<br>TU = 1 | 5 MHz, grey scale | (100 %) | nicht palpabler TU bei Metastasierung |
| Naser (1979) | n = 37<br>63 Testes<br>TU = 3 | Picker 80 L, 5 MHz, compound, Ø 6 mm mit Wasserbad | 92 % | eine Unterscheidung der intratesticulären Veränderungen TU-Orchitis ist nicht aufgeführt |
| Leopold (1979) | n = 22<br>TU = 6 | Picker, 10 MHz, real-time, Ø 13 mm mit Wasserbad | 95 % | |

| Autor | Zahl der untersuchten Fälle | Technik | Richtigkeit d. US-Diagnosen | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Phillips (1980) | n = 105<br>TU = 7 | 5 MHz, compound | -- | keine zahlenmäßige Korrelation Sono-Befunde,-endgültige Diagnose möglich |
| Claussen (1980) | n = ca. 50 | Wasserbad Immersions Scanner Octason, 3 MHz real-time | -- | keine zahlenmäßige Auswertung der Ergebnisse, nur Bericht über Möglichkeiten des neuen Verfahrens |
| Orr (1980) | n = 20<br>TU = 3<br>39 Tests | 5 MHz, Ø 6 mm Wasserbad u. Gel | 81 % | |
| Friedrich (1981) | n = 70<br>139 Tests<br>TU = 16 | Octason, real-time | 87 % | bei ca. 10 Fällen keine eindeutige Zuordnung des US-Bildes zur Krankheit möglich |
| Cunningham (1981) | n = 1<br>TU = 1 | ? | (100 %) | Sertolizellentumor bei schlecht zuordenbare Tastbefund |
| Uni Klinik München Eigene Ergebnisse | n = 206<br>TU = 39 | Picker 80 L, 5 MHz, compound teils mit, teils ohne Wasserbad | 85 % | bei Einbeziehung beider Hoden ca. 93 % richtige Ergebnisse |

Die prozentuale Auswertung der Richtigkeit der Ultraschalldiagnosen einiger Verfasser bereitet erhebliche Schwierigkeiten, da die Differenzierung zwischen den einzelnen Krankheitsbildern nicht so differenziert betrieben wird, wie bei unserer Untersuchung. Einige Untersucher (etwa Scample) führte nur eine Unterscheidung zwischen intra- und extra-testikuläre Prozessen durch. Eine genauere Differenzierung etwa der intratesticulären Abnormitäten in Tumor und Entzündung (Artdiagnose) wurde nicht vorgenommen, bzw. war nicht möglich.
Zudem sind einige Krankheitsbilder, (z.B. Epidermoidzyste) die sich bei unserer Untersuchung als falsch positive Resultate in der Artdiagnose wiederfinden, in den Untersuchungsergebnissen der anderen Verfasser nicht zu finden.

Bei der Beurteilung der prozentualen Ergebnisse ist zu beachten, daß einige Verfasser (Naser, Gottesmann, Friedrich) von der Anzahl der sonographierten Hoden ausgingen, und nicht, wie andere Untersucher, von der Anzahl der sonographierten Patienten. Mit dieser Verfahrensweise können auch die klinisch und sonographisch nicht auffälligen Hoden als richtig negative Resultate gewertet werden.

Würde man bei der Auswertung unserer Ergebnisse in der gleichen Weise vorgehen, so erreicht man einen Prozentsatz von 92 % richtigen Ultraschalldiagnosen.





| | | Treffsicherheit |
|---|---|---|
| Untersuchte Patienten 206 | Sonographisch falsch 20<br>keine Aussage möglich 11<br>Sonographisch richtig 175 | 83 % |
| Untersuchte Hoden 404 | Sonographisch falsch 20<br>keine Aussage möglich 11<br>Sonographisch richtig 373 | 92 % |

## 11. Zusammenfassung

In der Radiologischen Klinik der LMU München, wurden von 1978 - 1981 die Hoden von 206 Patienten sonographiert. Dabei wurden die Ultraschallgeräte Picker Echoview 80 L und 80 DC (Compound Scanner) mit einem 5 MHz Schallkopf verwendet.

Die Ultraschalldiagnostik zeigte sich dabei als wertvolles diagnostisches Hilfsmittel bei den meisten Hodenaffektionen, besonders bei suspekten Hodenbefunden.

Bei 85 % der untersuchten Patienten konnte bei intra- und extratesticulären Veränderungen sonographisch die richtige Artdiagnose gestellt werden. Insbesondere bei der Diagnostik der testiculären Veränderungen (Tumoren) zeigte diese Methode hohe Treffsicherheit. Im Rahmen der ausgewerteten Ergebnisse fand sich nur ein Fall, wo ein Hodentumor sonographisch fehlgedeutet wurde. Ansonsten wurden krankhafte Veränderungen des Hodens als solche erkannt. Allerdings war es sonographisch nicht möglich, die einzelnen Tumorarten mit Sicherheit voneinander zu unterscheiden.
Bei den extratesticulären Veränderungen (ohne NH) des Scrotalinhaltes konnte die Diagnose ebenfalls in fast allen Fällen (97 %) richtig gestellt werden.

Bei den entzündlichen Veränderungen des Nebenhodens war eine Unterscheidung von einem Nebenhodentumor sonographisch in einigen Fällen nicht möglich. Zumindest nicht bei der ersten Untersuchung.

Hodentorsionen konnten durch die B-Scan-Sonographie nicht erkannt werden.

# L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S


1. Abadir, R., Harman, J., Fahim, M.: Enhancement of ionizing Radiation effect on the testes of rats by microwave or ultrasound induced Hyperthermia. Journal of Medicine Vol. 10 Nos. 1 & 2 (1979) 1 - 12.

2. Abu-Sleiman, Raymond, M.D., Judith E.Hu., M.D., John G. Gregory, M.D.: Scrotal scanning. Urology March 1973. Vol. XIII, Number 3, 326

3. Albert, Erich N.: Testicular Ultrasound for Trauma. Journal of Urology 124 (1980), 558 - 559

4. Anderson, W.A.D., Kissane, John M.: Pathology Vol. 2, 7 th edition The C.V. Mosby Company Saint Lois 1977

5. Baker, Max L., Ph.D., and Glenn V. Dalrymple, M.D.: Biological Effekt of Diagnostic Ultrasound: A Review: Radiology (1978) 126 : 479-483

6. Bamert, Olivia, P.J.Grob.: Fetoprotein und Keimzelltumoren, Schw.med.Wschr. 109, (1979) 1956-1962

7. Bernstine, R.L.: Safety studies with ulrasonic Doppler Technic. A clinical follow-up of patients and tissue culture study. Obstet. and Gynec. 34, (1969) 707-709

8. Bliss, W.R. and Barnett, W.H.: Retroperitoneal seminoma (germinoma) without evidence of testicular involvement. Amer.J.Surg. 120 (1970) 363.

9. Bobrow, M.,Blackwell, N., Unrau, A.E., and Bleaney, B., Absence of any observed effect of ultrasonic irradiation on human chromosomes. Journal of Obstetrics and Gynaecology of the British Commonwealth, 78, (1971) 730-736.

10. Brandt, R., K. Wurster, U.Menges und D.Fehrentz: Die diagnostische Bedeutung von Mikroverkalkungen bei Hodentumoren. Fortschr.Röntgenstr. 130,4 (1979) 448-453

11. Claussen, C., M.Friedrich, J.Kemper, W.Hantelmann und R.Felix: Diagnostik des Scrotums mit Hilfe eines neuen Immersionsschallverfahrens. Fortschr. Röntgenstr. 133,5 (1980) 465-470.

12. Claussen, C., M.Friedrich, R.Felix.: Die Daignostik von Hodenerkrankungen mit Hilfe eines Immersions-Scanners: Ultraschalldiagnostik in der Medizin: Herausgegeben von R.Rettenmaier, E.-G. Loch, M.Hansmann und H.G.Trier. Georg Thieme Verlag 1980, 47-48.

13. Coakley, W.T., Slade, J.S., and Braeman, T.M., Examination of lymphocytes for chromosome aberrations after ultrasonic irradiation. British Journal of Ratiology, 45, (1972) 328-332

14. Cunningham, Jerome J., MD: Echographic findings in Sertoli Cell Tumor of the testis. J.Clin.Ultrasound 9 (1981), 341-342

15. Datta, Nand S., MD., Mishkin Fre S. MD: Rationuclide Imaging in Intrascrotal Lesions. JAMA, March 10, (1975) Vol. 231, No 10, 1060-1062

16. Friedrich, M., C.D.Claussen, R.Felix: Immersion ultrasonography of scrotal and testicular Pathology. Europ.J.Radiol. (1981) 60-66

17. Friedrich, M., C.D.Claussen.: Neues Ultraschallverfahren in der Diagnostik von Hodenerkrankungen. Dtsch.med.Wschr. 105 (1980) 630-632

18. Fry, F.J., Dunn, F., Brady, J.Erdmann, W.D., Strang, P., Kohn, R., Baird, I. and Cobb, J. (1976) Ultrasonic Toxicity study of the mouse reproductive system and the pregnant uterus. Ultrasound in Medicine 2. (Edited by White, D. and Barnes, R.) Plenum Press, New York and London. pp. 533-534

19. Gold, R.H., Ehrlich, R.M., Samuels, B., Dowdy, A. and Young, R.T.: Scrotal Thermography. Radiology, 122 1977 129

20. Gottesmann, Wiliam, F.Scample, Donald, G.Skinner and Richard M. Ehrlich.: Diagnostic Ultrasound in the Evalution of Scrotal Masses. J. Urol. (1977) 118, 601-603

21. Heynemann, H.: Ultraschalldiagnostik in der Urologie; Zeitschrift für Urologie und Nephrologie Heft 1 (1980), 65-69

22. Hellmann, L.M., Duffus, G.M., Donald, I., Sunden, B.: Safety of diagnostic ultrasound in Obstetrics. Lancet 1970 I, 1133-1135

23. Henning, Bartels: Uro-Sonographie, Springer Verlag 1981, 135-136, 4-12

24. Hill, C.R., Joshi, G.P., Revell, S.H.: A search for chromosome damage folowing exposure of Chinese hamster cells to high intensity, pulsed Ultrasound. Brit.J. Radiol 45, 333-334

25. Hohenfellner, R., Zingg, E.J.: Urologie Bd.I + Bd.II, Georg Thieme Stgt. 1982

26. Igl.W., Fink, Lissner, Gebauer A: Ultraschalldiagnostik der Schilddrüse; Therapiewoche (1981), 31/10, 1609-1619

27. Jacobi, G.H.: Hodentumoren: Neuere endokrinologische und klinische Ergebnisse. Urologe A 17, (1978) 399-401

28. Kenjiro Kohri, Susuma Miyoshi and Atsushi Nagahara: Ultrasonoc Evalution of Scrotal Swelling. Brit.J.of Urol. (1977) 49, 327-330

29. Lee, T.N., R.H. Gold: Localization of occult testicular tumor with scrotal thermography. JAMA 236 (1976) 1975-1976

30. Leopold, G.R., V.L.Woo, F.W.Scheible, D.Nachtsheim, B.B. Gosink.: Highresolution ultrasonography of scrotal pathology.Radiology 131 (1979) 719-722

31. Levi, S., Gustof, Pl, Galperin-Lemaitre, H.: In vivo effect of ultrasounds at human therapeutic doses on marrow cell chromosomes of Golden Hamster Humangenetik 25, (1974) 133-141

32. Levi, B.J.: The diagnosis of torsion of the testicle using the doppler ultrasonic stethoscope. J.Urol. 113 (1975) 63-65

33. Liebeskind, D., Bases, R., Mendez, F., Elequin, F. and Koenigsberg, M. (1979). Sister Chromatid Exchanges in human lymphocytes after exposure to diagnostic ultrasound. Science 205: 1273-1275

34. Lyon, Mary, M.A., and Gillian M., Simpson, B.Sc.: An investigation into the possible genetic hazard of ultrasound. Brit.J.Radiol.

35. McIntosh, I.J.C., and Davey, D.A., 1970. Chromosome aberrations induced by an ultrasonic foetal pulse detector. British Medical Journal, 4, 92-93; 1971. Relationship between intensity of ultrasound and inductions of chromosome aberrations. The British Journal of Radiology, 45 320-327

36. McIntosh, I.J.C., Brown, R.C. and Coakley, W.T. (1975). Ultrasound and "in Vitro" chromosome aberrations. Br.J. Radiol. 48:230

37. Milleret, R., and Liaras, H.: Ultrasonic diagnosis and therapy of trosion of the testis. J.Chir., 107:35, 1974

38. Miskin, M., M.Buckspan, J.Bain.: Ultrasonographic examination of scrotal masses. J. Urol. 117 (1977) 185-188

39. Miskin, M. and Bain, J. (1974). B-mode examination of the testes. Journal of Clinical Ultrasound, 2, 307-311

40. Morris, S.M., C.G. Palmer, F.J.Fry and L.K.Johnson.: Effect of Ultrasound in Human leucocytes sister chromatid exchange Analysis: Med & Biol. (1978) 4, 253-258

41. Mukerjee, M.G., Vollero, R.A., Mittenmeyer, B.T. and Borski, A.A.: Diagnostic value of 99 mTc in scrotal scan Urology, 6:453, 1975

42. Narayana, A.S., S.Loening and P.A.Culp.: The value of Alpha-Fetoprotein and beta-human chorionic Gonadotrophin in the Management of Testicular Tumors. Journal of Urol. (1978), 50, 605-608

43. Naser, V., U.Ikinger, G.van Kaick, M.Schweigler.: Echographie des Scrotums und der Testes mit Hilfe einer neuen Ultraschalltechnik. Urologe A 18 (1979) 321-325

44. Nasrallah, P.F., Manzone, D. and King, L.R.: Falsely negative Doppler examinations in testicular torsion. J.Urol., 118:194, 1977

45. Netter, Frank K.H.: The Ciba Collection of medial illustrations Vol. 2, Reproductive System. 5 th printing 1974 by Ciba Pharmacentical Company

46. O'Brien, W.P., J.R., J.K.Brady and F.Dunn: Morphologcial Changes to Mouse Testicular tissue from in vivo ultrasonic Irridation. Ultrasound in Med. & Biol. (1979) 5, 35-43

47. Okauchi, K., 1968. Effects of heating of testes on spermatogenesis in mice. Bulletin of the Faculty of Agriculture of the University of Miyanzaki, 15, 186-193 (Animal Breeding Abstracts, 38, 483)

48. Orr Donald, Skolnik Leon.: Sonographic examination of abnormal scrotum. Clinical Radiology 31 (1980), 109-113

49. Pedersen, J.F., H.H. Holm, T.Hald.: Torsion of the testis diagnosed by ultrasound. J.Urol. 113 (1975), 66-68

50. Peterson, Lloyd J., William J. Catalona and Robert E. Koehler.: Ultrasonic localisation of an nonpalpable Testis Tumor. J.of. Urol. (1979) 122, 843-844

51. Phillips, Gail N., Morton Schneider, Joan D.Goodman, and Richard J. Macchia.: Ultrasonic Evalution of the Scrotum. Urol.Radiol. 1, 157-163 (1980)

52. Riley,T.W.,Mosbaugh, P.G., Coles, J.L., Newman, D.M., Van Hove, E.D. and Heck, L.L.: Use of radioisotope scan evaluation of intrascrotal Lesions. J.Urol., 116:472, (1976)

53. Rott, H.D.: Zur Frage der Schädlichkeit durch diagnostischen Ultraschall. Ultraschall 2 (1981) 56-64

54. Rudolph, H.,Hochberg, K.,Bokelmann, D. et al.: Die Infrarot-Thermometrie in der Differentialdiagnose von Hodenschwellungen. Der Urologe A 11 (1972) 77-79

55. Saitoh Mashahito, Ohe Hiroshi, Tanaka Shigeki, Mishina Teruo, Watanabe Hiroki.: Ultrasonic diagnosis of intrascrotal contents, Tohoku. J. exp. Med. 123 (1977), 337-341

56. Scample. W.F., Gottesman, J.E., Skinner, D.G. et al: Gray scale ultrasound of the scrotum. Radiology 127 (1978) 225-228

57. Scheible, William M.D., Talner Lee M.D.: Grey scale ultrasound and the genitourinary tract. Radiologic Clinics of North America. Vol 17 (1979), 281-300

58. Seib, U.C., Andres, H., Sommerkamp, H.: Act.Urol. 7, 305 (1976)

59. Selvaggi FP, Young RT, Brown R, et al: Interstitial cell tumor of the testis in adults: two case report. J. Urol. 109:436-439, Mar (1973)

60. Shawker, T.H.: B-mode ultrasonic-evaluation of scrotal swellings. Radiology 118:417-419, Februar 1976

61. Skolnick, M.L. & Royal. D.R. A simple an inexpensive water bath adapting a contact scanner for thyroid and testicular imaging. Journal of Clinical Ultrasound, 3, (1975) 225-227

62. Smith, M.G., Animal toxicity studies with ultrasound at diagnostic power lewels, Diagnostic ultrasound, (1966) 296-299, C.C.Grossmann et al. (Plenum Press, New York)

63. Smith Stephen, King Lavell.: Torsion of testis: Techniques of Assessment; Urologic clinics of North America 6 No 2 (1979), 429-443

64. Staehler, G.,A.Gebauer, H.-E.Mellin.: Sonographische Untersuchung bei Erkrankungen des Scrotalinhaltes. Urologe A 17 (1978) 247-250

65. Stage, Key, H.Schoenvogel and Lewis, S.: Testicular scanning with 72 patients. J. of Urol. 125 (1981) 334-337

66. Taylor, K.J.W.: Current status of toxicity inverstigations. J.Clin. Ultrasound2(1974) 149-156

67. Thompson, I.M., H. Latourette, S.Chadwicks, G.Ross, E. Lichti.: Diagnosis of testicular torsion using doppler ultrasonic flowmeter. Urology VI, 6 (1975) 706-707

68. Warwick, R., Pond, J.B., Woodward, B., and Connolly, C.C., (1970). Hazards of diagnostic ultrasonography - a study with mice. I.E.E.E. Transactions on Sonics and Ultrasonics. Vol.S.U. 17, No 3, 160-164

69. Wegener, R.-D., M. Meyenburg, G.Obe.: Werden DNA-Einzelstücke und eine Erhöhung der SCE-Rate durch Behandlung mit diagnostischem Ultraschall induziert? L "in-vitro"-Versuche mit Hamsterzellen. Ultraschalldiagnostik in der Medizin; herausgegeben von G.Rettenmaier, E.-G. Loch, M. Hausmann und H.G.Trier, Georg Thieme Verlag 1980

70. Winston, M.A., S.J.Handler and J.H.Pritchard.: Ultrasonographic of the testis - Correlation with Radiotracer Perfusion.
Jou.of.Nucl.Med. 19 (1978) 615-618.

LEBENSLAUF

| | |
|---|---|
| Name: | STIERLEN,Wolfgang |
| geb. am: | 23.01.57 in Ludwigsburg |
| Anschrift: | Flemingstraße 100,8000 München 81<br>Grafenbühlstraße 28,7144 Asperg |
| Staatsangehörigkeit: | deutsch |
| Vater: | Stierlen,Robert |
| Mutter: | Stierlen,Gertraud geb. Fröhlich |
| Schulen: | 1963-1966<br>Grundschule Asperg<br>1966-1968<br>Aurain-Gymnasium Bietigheim<br>1968-1975<br>Ellental-Gymnasium Bietigheim |
| Wehrpflicht: | 1.7.75-30.9.76<br>Münsingen und Stetten a.k.M. |
| Studium: | 1976-1977<br>Studium der Geologie an der Universität Stuttgart<br>1977-1979<br>Studium der Humanmedizin an der Universität Köln<br>13.9.79<br>ärztliche Vorprüfung an der Universität Köln<br>1980<br>Wechsel an die LMU München<br>15.9.80<br>erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung<br>19.9.82<br>zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung<br>8.11.83<br>dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung |